

Maturity Assessment in Business Intelligence Implementation in IT SMEs

María Guadalupe Medina Barrera

mariaguadalupe.medina@upaep.edu.mx

*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*

Argelia B. Urbina Nájera

abunajera@gmail.com

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ABSTRACT

This paper focuses on measuring the maturity level in Business Intelligence (BI) implementation in SMEs of the Information Technology (IT) industry, taking two particular cases in order to be evaluated. For this, a literature review was carried out to identify the *Business Intelligence Maturity Models* (BIMM) proposed to evaluate SMEs or companies with limited resources. An assessment instrument was applied to evaluate 14 key factors involved in the development stages of BI projects and another to estimate the maturity level in organisations' BI initiatives management, considering 20 aspects that look at information quality and its analysis, and data management and storage. Findings revealed that *analytical* dimension is strengthened in both cases, in spite of company A is weaker in *construction and deployment, information quality, master data management and warehousing architecture*, whilst company B is better ranked in these dimensions; besides *analysis and design* is the weakest area of company B, detecting the inverse for company A. Thus, it was found that SMEs are in opposite sides from the point of view of one of the BIMM applied, and they have inverted maturity between stages according to the other BIMM, therefore very different situations are observed in BI implementation among IT SMEs.

KEYWORDS: Business Intelligence, Maturity Model, SMES, IT sector.

Medición de Madurez en la Implementación de Inteligencia de Negocios en PYMEs de TI

María Guadalupe Medina Barrera
mariaguadalupe.medina@upaep.edu.mx
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Argelia B. Urbina Nájera
abunajera@gmail.com
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en la medición de madurez en la implementación de Inteligencia de Negocios (IN) en PYMEs de la industria de las Tecnologías de la Información (TI), donde se tomaron dos casos particulares. Para ello, se realizó una revisión de la literatura para identificar los Modelos de Madurez en Inteligencia de Negocios (BIMM) propuestos para evaluar empresas pequeñas y/o medianas, o bien con recursos limitados. Se aplicó un instrumento que evalúa 14 factores clave involucrados en las etapas de desarrollo de un proyecto IN y otro para estimar el nivel de madurez en la administración de iniciativas de IN en las organizaciones, considerando 20 aspectos centrados en la calidad de la información y su análisis, gestión y almacenamiento de datos. Los hallazgos revelaron que la dimensión *analítica* está fortalecida en ambos casos, no obstante que la empresa A es más débil en *construcción y despliegue, calidad de la información, gestión de datos maestros y arquitectura del almacén de datos*, mientras que la empresa B está mejor clasificada en estas dimensiones; además el *análisis y diseño* es el área más débil de la empresa B detectando lo inverso para la empresa A. Así, las PYMEs evaluadas tienen niveles de madurez en los extremos de uno de los BIMM aplicados, y madurez invertida entre etapas de acuerdo al otro BIMM, por lo que se observan situaciones muy diferentes en la implementación de BI en PYMEs del sector TI.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia de Negocios, Modelo de Madurez, PYMES, sector TI.

INTRODUCCIÓN

Las cosas han cambiado notablemente para las organizaciones de hoy en día, ya que sus procesos se han vuelto más exigentes y dinámicos. Esto, impulsado por el contexto globalizado y de avances tecnológicos que caracterizan al mundo actual. Como resultado, surgen nuevas áreas como la Inteligencia de Negocios o Business Intelligence (BI), concebida como un conjunto de metodologías y herramientas para desarrollar información útil e inteligencia que puede ayudar a las empresas a sobrevivir y ser exitosas en la economía global (Arefin, Hoque y Bao, 2015).

Pero, la ruta hacia la implementación de BI es una tarea que no resulta sencilla para muchas organizaciones, especialmente para aquellos negocios que apenas se han creado, que son aún pequeños o que no cuentan con recursos suficientes.

Para apoyar en esto, se ha planteado el concepto de Modelo de Madurez de Inteligencia de Negocios (*Business Intelligence Maturity Model* - BIMM). Así, de acuerdo a Proenca y Borbinha (2016) un Modelo de Madurez (MM) muestra el camino para hacer negocios de manera cada vez más organizada y sistemática, además de reflejar fortalezas, debilidades y oportunidades.

Sin embargo, se ha señalado que en la aplicación de un BIMM influyen significativamente las particularidades de las organizaciones (Baars et al., 2016). En efecto, no es lo mismo para una empresa pequeña o mediana (PYME) que para una empresa grande, pues se ha argumentado que existen restricciones notables relativas a la disponibilidad de recursos, así como el no contar con una estructura organizacional lo suficientemente habilitada para el uso y adopción de un sistema de BI (Papachristodoulou et al., 2017).

Por ello, algunas alternativas de BI se han diseñado especialmente para la PYME, proponiendo herramientas que no representan costos o inversiones excesivas (Raj et al., 2016). Sin ignorar, los beneficios potenciales que van desde el soporte en la gestión de datos, la toma de decisiones y la reducción de costos (Scholz et al., 2010).

Mientras tanto, las PYMEs siguen enfrentando problemas de falta de conocimiento e información, así como dificultades para manejar la inmensa cantidad y variedad de datos que se generan en el día a día (Papachristodoulou et al., 2017), no solo en su interior, sino en su entorno local, regional e incluso a nivel global. En este contexto, la implementación de sistemas de BI resulta necesaria para las PYMEs. Y, aunque tienen distintas necesidades en comparación con las grandes empresas, la implementación de un sistema BI puede ser clave para su competitividad.

En México, el 99.8% de las unidades económicas son PYMEs, teniendo una participación del 42% en el Producto Interno Brutto (PIB) y generando un 78% del empleo nacional (FORBES, 2018). Así, no puede ignorarse la aportación de las PYMEs en la economía del país.

Particularmente, el sector de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) toma gran relevancia en el tema de competitividad, en función de ser estratégico por su impacto en el desempeño de los demás sectores. De tal forma que, se considera que fortalecer al sector de las

TIC contribuirá de forma importante en el mejoramiento de la productividad y competitividad de México.

En materia de competitividad, la OECD (2018) ubica a México como el quinto país a nivel mundial con el mayor número de exportaciones de bienes TIC; esto después de China, Estados Unidos, Corea y Japón. Así mismo, Palacios et al., (2014) exponen que la participación de las telecomunicaciones en el PIB mexicano ha ido en aumento en las últimas tres décadas.

Por lo anterior, la implementación efectiva de BI en empresas de este sector puede contribuir significativamente para lograr mayores niveles competitivos, especialmente si se apoya en este sentido a las PYMEs del sector TI. Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo evaluar la madurez en la implementación de BI en PYMEs del sector TI ubicadas en México. Para esto, se analizarán dos empresas de este sector como caso particular.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Diversos trabajos han propuesto modelos para medir la madurez de BI en las organizaciones, denominados en la literatura como *Business Intelligence Maturity Model* (BIMM). Estos modelos presentan distintas características, tales como niveles de maduración, dimensiones y áreas de aplicación.

Entre los primeros BIMM, se encuentra **La Escalera de la Inteligencia de Negocios** (*The Ladder of Business Intelligence – LOBI*), que muestra cómo la efectividad de BI puede agregar valor al negocio (Cates et al., 2005). Además, LOBI es un marco de trabajo que busca la alineación entre la estrategia de Tecnologías de la Información (TI) y la estrategia del negocio, referida en la literatura como Alineación Estratégica (Gerow et al, 2015). Aquí, tal alineación se logra a través de una secuencia de pasos escalonados basados en las *personas*, los *procesos* y la *tecnología*. Así, LOBI relaciona toda la tecnología TI con seis niveles de inteligencia: *hechos, datos, información, conocimiento, entendimiento, intuición habilitada*. No obstante, el uso de LOBI ha sido parcial debido a restricciones de tiempo y presupuesto (Cates et al., 2005).

The Data Warehouse Institute (TDWI) desarrolló un modelo de madurez con cuestionamientos para cada nivel: (1) *prenatal* - ¿qué sucedió?, (2) *infancia* - ¿qué sucederá?, (3) *niñez* - ¿porqué sucedió eso?, (4) *adolescencia* - ¿qué está pasando?, (5) *adulto* - ¿qué deberíamos hacer?, y (6) *sabiduría* - ¿qué podemos ofrecer?. En ellos, puede verse que a partir de la etapa 5 se hace patente la actitud de actuación. Este modelo plantea que la BI se convertirá en un recurso estratégico en el momento que las organizaciones logren entregar información útil (Eckerson, 2005). Este modelo, ha sido aplicado en el sector manufacturero (Hausladen y Hass, 2014).

Hewlett-Packard (2007) derivó un BIMM a partir de la experiencia de sus clientes, concluyendo que el éxito en BI es una función que considera tres variables: (1) *la habilitación empresarial*, (2) *la gestión de la información*, y (3) *la estrategia de gestión y programas*, que atraviesa por cinco etapas de madurez: *operación, mejoramiento, alineación, empoderamiento y excelencia*. Debe subrayarse que este modelo reveló la necesidad de talento emergente, tales como: arquitectos de la información, arquitectos comerciales y gerentes de programas de BI.

Gartner contruyó otro BIMM, en el que incorpora el concepto de los Centros de Competencia de BI (BICC) que son equipos que comparten las mejores prácticas, desarrollan procesos confiables y consistentes para apoyar las estrategias de BI (IBM, 2009). De esta forma, el modelo de Gartner considera que las iniciativas de BI deben abarcar aspectos sobre *la gobernanza, la organización, las tecnologías, los procesos y las métricas*. Todo esto, evolucionando a través de cinco niveles de madurez: *inconsciente, táctico, enfocado, estratégico y omnipresente*. En el aspecto práctico, los trabajos publicados abarcan los sectores: TIC, consultoría, bancario, seguros, mercadeo y educación (Olszak, 2014; Olszak, 2016; Al Rashdi y Nair, 2017).

Algunos BIMM han sido diseñados considerando elementos de otros anteriores, como es el caso de **El Modelo de Desarrollo de Inteligencia de Negocios** (*The Business Intelligence Development Model - BIDM*) que se basa en la primera versión de TDWI para construir una matriz que relaciona 6 dimensiones con 6 niveles de madurez (Sacu y Spruit, 2010). Para este modelo, no se reporta aplicación práctica en la literatura.

Otro modelo base en la construcción de un BIMM, ha sido el Modelo de Madurez de Capacidades (*Capability Maturity Model – CMM*), centrado en el mejoramiento de procesos (Masters y Bothwell, 1995). Basándose en este marco de trabajo, Tan et al., (2011) desarrollaron el **Modelo de Inteligencia de Negocios Empresarial** (*Enterprise Business Intelligence Maturity – EBIM*). Este modelo, tiene como finalidad ayudar a las empresas a identificar los problemas que impiden la implementación exitosa de BI en una organización, además de sugerir cómo aprovechar los recursos escasos canalizándolos en las áreas que se proyectan con mayor crecimiento.

Otros modelos basados en CMM son el de Chuah y Wong (2012) denominado como **Modelo de Madurez de Inteligencia de Negocios Empresarial** (*Enterprise Business Intelligence Maturity Model - EBIM2M*), el de Dinter (2012) nombrado como **Modelo de Madurez de Inteligencia de Negocios** (*bi Maturity Model - biMM*) y el de Wortmann et al., (2012) con el mismo nombre que el anterior pero titulado como BIMM. Cabe señalar, que biMM se centra en crear inteligencia informativa (Dinter, 2012), mientras que BIMM se enfoca en la estrategia, el uso y adopción de sistemas BI. Aunque, BIMM resultó de la evaluación de empresas grandes de los sectores financiero, manufacturero y TIC (Wortmann et al., 2012; Raber et al., 2013); para estos dos modelos no se encontraron referencias sobre su aplicación.

Desde el punto de vista integral, Shaaban et al., (2012) desarrollaron el **Modelo de Madurez de Inteligencia de Negocios Orientado a Servicios** (*Service-Oriented Business Intelligence Maturity Model - SOBIMM*), que se basa en la **Arquitectura Orientada a Servicios** (SOA), la **Inteligencia de Negocios Orientada a Servicios** (SOBI) y la **Arquitectura Manejada por Eventos** (EDA).

Bajo el enfoque de la medición de aspectos específicos, el **Modelo de Madurez de Capacidades Analíticas del Negocio** (*Business Analytics Capability Maturity Model - BACMM*), toma en cuenta cómo evolucionan las innovaciones analíticas dentro de una empresa para generar ventaja competitiva sostenida y crear valor (Cosic et al., 2012). Igualmente, otros BIMMs evalúan el desempeño analítico de las empresas, tales como el **Modelo de Madurez Analítica de Auto-Servicio** (*TDWI Self-Service Analytics Maturity Model*) expuesto por Halper (2017); y el **Modelo de Madurez de Procesos Analíticos** (*Analytic Processes Maturity Model - APMM*) de

Grossman (2018). Y, sobre los aspectos técnicos y organizacionales para el desarrollo de un entorno de Data Warehouse (DW), se encuentra el **Modelo de Madurez de Capacidad de Almacenamiento de Datos** (*The Data Warehouse Capability Maturity Model - DWCMM*) propuesto por Spruit y Sacu (2015), que ha sido evaluado por empresas grandes de los sectores: minoristas, de seguros, mantenimiento y servicios.

En especial, existe un modelo diseñado para PYMEs que se basa en el proceso del ciclo de vida de proyectos, considerando tres etapas: (I) *justificación y planificación*, (II) *análisis y diseño de negocios* (III) *construcción y despliegue* (Fedouaki et al., 2013). Para cada etapa, incorpora los factores de éxito crítico (Critical Success Factor - CSF) propuestos por Olszak y Ziemba (2012).

En el lado opuesto, Näslund et al., (2014) desarrollaron un BIMM para grandes corporativos, dirigido al sector bancario y abarcando dos categorías de BI: la *técnica* y la de *negocios*. Otro modelo que considera las particularidades de la industria bancaria es el modelo optimizado de Tavallaei et al., (2015), que además está basado en SOBIMM. Del mismo modo, aplicado a empresas grandes de los sectores portuario, transporte y eléctrico (Prieto Morales, 2014), destaca la **Guía para Mejorar la Madurez en BI** (GMM-BI) como un marco de trabajo que permite medir, analizar, planificar e implementar mejoras (Prieto-Morales et al., 2015).

Por último, a través de la metodología Delphi, Wai y Rehman (2018) derivaron un modelo generalizado para todas las industrias publicado como **Madurez de la Inteligencia de Negocios Empresarial** (*Enterprise Business Intelligence Maturity - EBIM*). En contraste, algunos otros BIMMs se construyen para las necesidades particulares de ciertas industrias como el de Gastaldi et al., (2018), diseñado para medir la madurez de BI en entornos de atención médica.

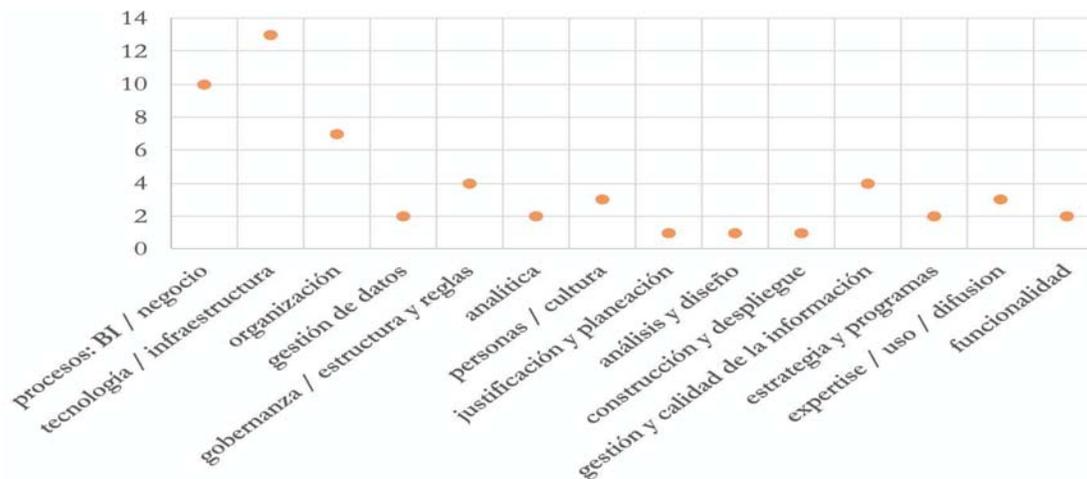
Relevancia práctica de los BIMMs

La utilidad práctica es el objetivo al que debe apuntar todo BIMM, por supuesto dirigida hacia la mejora de resultados en las organizaciones. Por ello, resulta importante conocerlos, analizarlos, identificar sus elementos constitutivos, cómo pueden usarse y en qué contextos.

En la construcción de un BIMM, se debe integrar como sus elementos constitutivos: sus *niveles de madurez*, sus *dimensiones* y un *instrumento o herramienta de evaluación* (Gastaldi et al., 2018). En lo referente al instrumento o herramienta de evaluación, solo el 37% de los BIMMs lo incorpora.

En cuanto a las dimensiones, se destacan las relacionadas con *los procesos BI*, *los procesos del negocio*, *la tecnología o infraestructura*, así como *la organización* (véase Figura 1).

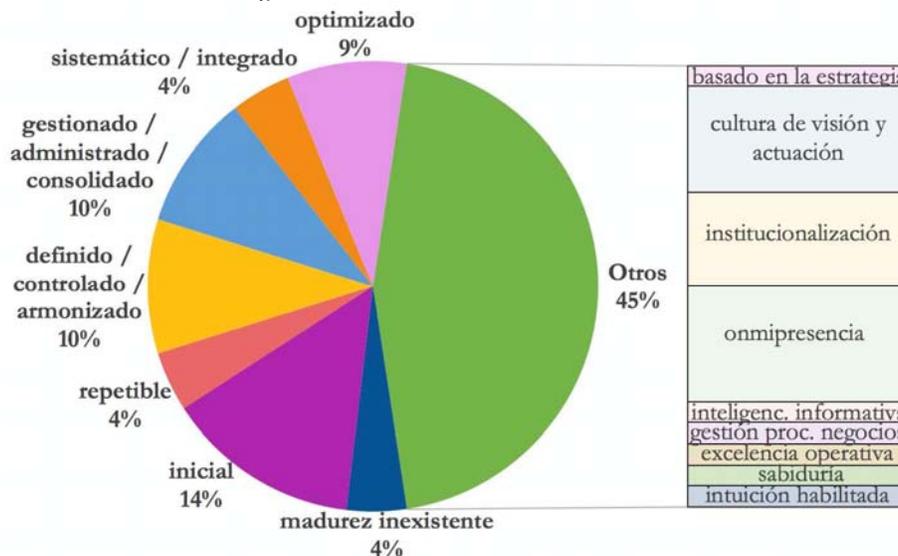
Figura 1. Dimensiones de los BIMM



Fuente: Elaboración propia.

Sobre los niveles de madurez, el 55% de los BIMM basaron la definición de sus niveles de madurez en la filosofía de la madurez de procesos de CMM. Mientras tanto, el resto de los modelos se basaron en modelos precursores como TDWI, Gartner, LOBI y SOBIMM; o bien crearon su propia escala de evolución en ámbitos como: *estrategia, gestión de información, gestión de procesos, excelencia operativa y sabiduría* (véase Figura 2).

Figura 2. Niveles de madurez de los BIMM



Fuente: Elaboración propia.

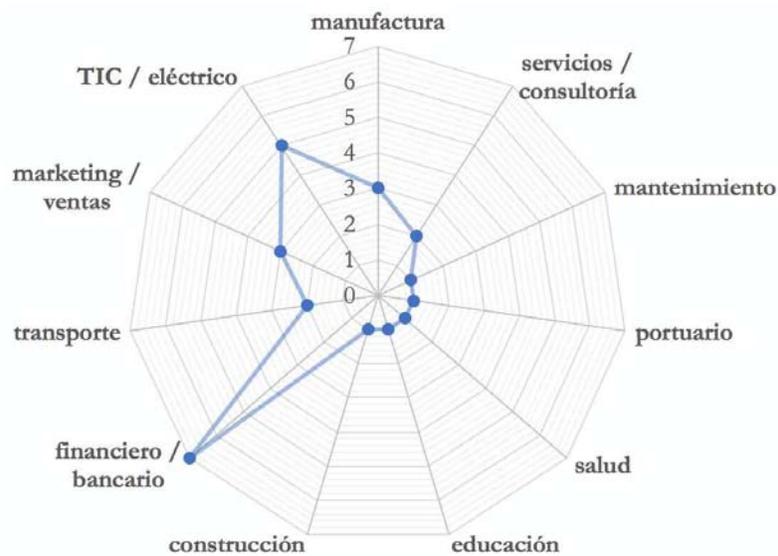
En lo que respecta a su aplicación, el 42% de los BIMM han sido usados en empresas que en su mayoría son grandes, ya que solo en un par de casos se consideraron PYMEs (Wai y Rehman, 2018; Fedowaki et al., 2013). Además, un 15% de los modelos resultaron de la evaluación de empresas de sectores específicos, o bien de entrevistas realizadas a expertos en BI. Y, para un 52% no se reporta aplicación práctica en la literatura, aunque en un 30% de estos últimos se

solicitó que un conjunto de expertos proporcionaran su valoración. Así, se reporta que existen factores determinantes en la escasa aplicación o bien, en la aplicación parcial de los BIMMs, tales como la falta de tiempo y presupuesto (Cates et al., 2005).

En referencia a los sectores de aplicación, se abarca la gran diversidad presentada en la figura 3, teniendo la mayor incidencia en el sector financiero, seguido de los sectores TIC, eléctrico, manufactura, marketing y ventas. Especialmente, entre los sectores que más construyen BIMMs para sus necesidades particulares, están el de salud (Gastaldi et al., 2018), el financiero (Chuah y Wong, 2013) y el educativo (Al Rashdi y Nair, 2017).

Es notable que, algunos BIMM son de diseño y construcción específica para alguna empresa o sector, como el de Gastaldi et al., (2018) en el área de la atención médica. Este modelo, no se fundamenta en ninguno de los BIMM previamente identificados. Esto último, apoya la propuesta de Brooks et al., (2015) sobre la necesidad de desarrollar BIMM específicos del dominio, que consideren los requisitos particulares de la industria en cuestión. Al mismo tiempo, destaca la sugerencia de Baars et al., (2016) acerca de tener en cuenta las diferencias entre las características de las organizaciones para las cuales se construyen los BIMM.

Figura 3. Sectores de Aplicación de BIMM



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, sobre los resultados que han obtenido las organizaciones al aplicar un BIMM resalta la importancia de la incorporación de las áreas de proceso clave (*Key Process Areas* - KPAs) como elemento central para la evaluación de madurez en la implementación de BI. Principalmente, si las KPAs se consideran conjuntamente con los CSFs en BI. Con ello, se ha logrado detectar dónde llevan a cabo las organizaciones las mejores prácticas y en qué dimensiones no han podido obtener buenos resultados.

Además, los resultados más contundentes se han presentado en el sentido de que algunos BIMM han sido capaces de ayudar a las empresas a avanzar hacia niveles de maduración más avanzados (Prieto-Morales et al., 2015). Estos BIMM están fortalecidos con guías e instrumentos detallados para su implementación, análisis y seguimiento de resultados.

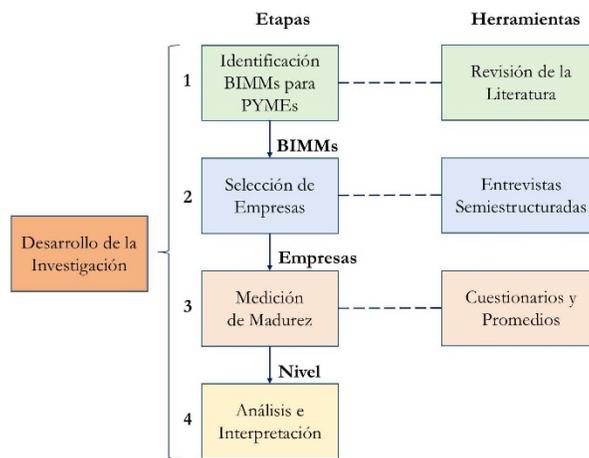
METODOLOGÍA

Para los propósitos de esta investigación, se llevó a cabo una metodología que consiste de cuatro etapas, mismas que se muestran en la figura 4.

Etapa 1 - Identificación BIMMs para PYMEs

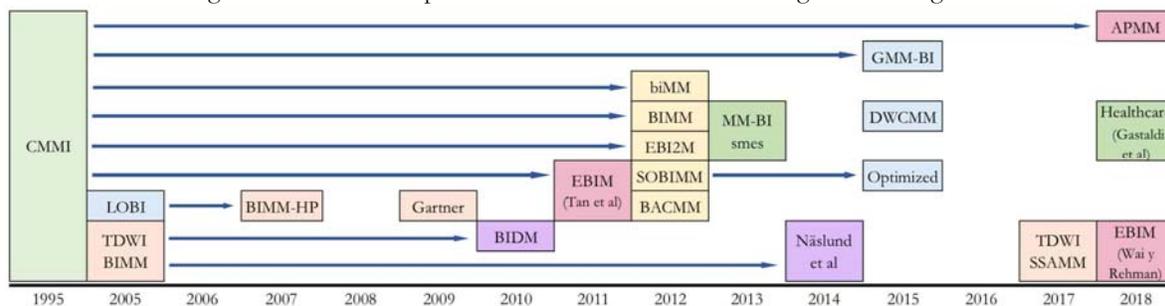
A partir de una revisión de la literatura se identifican los BIMMs para PYMEs, es decir que han sido diseñados y/o aplicados en empresas pequeñas y/o medianas, o bien que pueden ser utilizados para tal propósito. Para esto, se consultaron las bases de datos *Ebscohost*, *Elsevier*, *IEEE Xplore*, *AIS Electronic Library*, *Researchgate* y *Googlescholar*, empleando las palabras clave “*Business Intelligence*” y “*Maturity Model*” para la búsqueda de publicaciones de los últimos 5 años. Sin embargo, debido a que algunos modelos fueron construidos con base en otros anteriormente desarrollados se consideró la búsqueda de estos modelos base, que permitiera presentar un panorama más completo. En la figura 5 se muestra una línea de tiempo con los 20 BIMMs que se encontraron publicados desde el año 2005 a la fecha, así como las relaciones entre ellos.

Figura 4. Desarrollo de la Investigación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Línea de tiempo de Modelos de Madurez de Inteligencia de Negocios



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realiza un análisis de los 20 BIMMs encontrados, considerando su estructura, dimensiones, niveles, instrumentos, herramientas, empresas y/o sectores que los han implementado o para los cuales han sido diseñados.

Etapa 2 – Selección de empresas

En esta etapa se lleva a cabo la selección de las empresas que participan en este estudio. Con esta finalidad, se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos PYMEs de la industria de TI ubicadas en la zona centro del país, planteando un conjunto inicial de preguntas para conocer sus actividades principales. Posteriormente, algunos cuestionamientos adicionales surgen para identificar si la PYME hace un uso amplio de BI, o bien en algún área organizacional. Al finalizar las entrevistas se trata el punto sobre qué elementos del personal pueden colaborar en la etapa de medición de madurez; esto de acuerdo a su perfil, participación y/o responsabilidad en actividades de BI.

Etapa 3 - Medición de madurez

Para la determinación del nivel de madurez de cada empresa seleccionada, se aplicaron dos cuestionarios que se elaboraron con base a los BIMMs identificados para PYMEs.

En cuanto al primer cuestionario, se elaboró con base en el marco de trabajo propuesto por Fedouaki et al., (2013). Este modelo, evalúa el nivel de madurez en la implementación de sistemas BI en PYMEs desde el punto de vista de 14 factores clave involucrados en las etapas de desarrollo de un proyecto de BI (véase la tabla 1). Entonces, para cada factor clave se asigna una valoración que corresponde al grado de inteligencia desarrollada.

Tabla 1. Factores clave que se evalúan en el cuestionario 1

Factor clave	Descripción
Etapa: Justificación y Planeación	
<i>Liderazgo</i>	Experiencia del administrador del proyecto de BI
<i>Definición</i>	Problemas y procesos de negocios
<i>Claridad</i>	Visión clara del negocio y planeación detallada del proyecto de BI
<i>Financiamiento</i>	Presupuesto adecuado
<i>Aceptación</i>	Gestión del cambio efectiva
<i>SopORTE</i>	Apoyo de la alta dirección
Etapa: Análisis y Diseño	
<i>Competencias</i>	Equipo de trabajo suficientemente calificado
<i>Análisis</i>	Expectativas del usuario bien definidas
<i>Requerimientos</i>	Ajuste de la solución BI a la expectativa comercial de los usuarios
Etapa: Construcción y Despliegue	
<i>Calidad</i>	Calidad de los datos
<i>Flexibilidad y capacidad</i>	Respuesta BI a los requerimientos de los usuarios
<i>Tecnología</i>	Tecnología y herramientas apropiadas
<i>Usabilidad</i>	Sistema BI amigable con el usuario
<i>Integración</i>	Integración del sistema BI con otros sistemas

Fuente: Tomado de Fedouaki et al., (2013, p. 64-65).

Sobre el segundo cuestionario, se trata de una traducción del instrumento desarrollado por Tan et al., (2011) para medir el nivel de madurez en la administración de iniciativas de BI en las

organizaciones, considerando 20 aspectos centrados en la calidad de la información y su análisis, la gestión y el almacenamiento de datos (véase la tabla 2). Para cada una de sus dimensiones, se califican sus elementos en una escala de Likert de 5 niveles que van desde estar completamente de acuerdo a estar completamente en desacuerdo. Es así que, comprende cinco niveles de maduración que son: *inicial, repetible, definido, administrado y optimización*. Cabe mencionar, que bajo la arquitectura de este modelo se sostiene que para alcanzar un cierto nivel de madurez es preciso dominar los anteriores.

Después de la aplicación de los dos cuestionarios, se procede al cálculo de promedios según las evaluaciones emitidas por los participantes de cada empresa. Debe mencionarse, que se obtendrá un nivel de maduración para cada uno de los factores clave y elementos que se miden en cada cuestionario. Por ello, la determinación del nivel de madurez deberá ser analizada e interpretada en relación a las dimensiones que considera cada BIMM.

Etapa 4 - Análisis e interpretación

En esta última etapa se procede a analizar e interpretar los resultados, para lo cual se lleva a cabo lo siguiente: (1) determinación del nivel de madurez para cada empresa de acuerdo a cada BIMM, y (2) verificación de la congruencia de lo evaluado por los participantes mediante la comparación de elementos y factores equivalentes entre los dos cuestionarios.

Tabla 2. Elementos que se evalúan en el cuestionario 2

Elemento	Descripción
Dimensión: Calidad de la Información	
<i>Ajuste</i>	Los procesos de Gestión de Calidad de la Información (IQM) no están estandarizados, ni documentados.
<i>Definición</i>	Todos los productos de información y sus requisitos de calidad, están definidos y documentados.
<i>Iniciativas IQM</i>	La IQM se ha establecido en toda la organización y se considera una actividad central.
<i>Evaluación</i>	Se han desarrollado métricas con las que se está evaluando la Calidad de la Información.
<i>Visión única</i>	Se identifican las causas raíz y el impacto de una baja Calidad de la Información.
Dimensión: Gestión de Datos Maestros	
<i>Lista de suministro</i>	No hay una forma sistemática de operar la lista maestra, todo se realiza manualmente.
<i>Acceso</i>	Existen reglas de acceso e integridad de datos.
<i>Hub centralizado</i>	Los datos de referencia maestros se administran de forma centralizada, garantizando la precisión y consistencia de los datos.
<i>Reglas y políticas</i>	Existe un marco de gobernanza de datos impulsado por procesos y que respalda la administración centralizada de las reglas del negocio.
<i>Convergencia de datos</i>	El centro de actividad (hub) está completamente integrado en el entorno del sistema de aplicación, propagando los cambios a todos los sistemas.
Dimensión: Arquitectura del Almacén de Datos	
<i>Data Marts e informes</i>	Los centros de datos son hojas de cálculo o bases de datos de escritorio. Los informes de gestión son un conjunto estándar y son estáticos.
<i>Data Marts</i>	Los centros de datos (Data Marts) son estructuras analíticas compartidas que solo admiten un área de aplicación, proceso comercial o depto.
<i>Almacén de Datos</i>	Informes interactivos y análisis basado en ellos. Los usuarios pueden enviar consultas y obtener nuevos conocimientos o información.

<i>Almacén EDW</i>	El Almacén de Datos Empresarial (EDW) es flexible, permite que las áreas desarrollen su trabajo integrando datos internos con los externos.
<i>Servicios Analíticos</i>	El Almacén de Datos y el Servidor Analítico se han vuelto imperceptibles para todos y se han convertido en infraestructura crítica.
Dimensión: Analítica	
<i>Sin capacidad Analítica</i>	La empresa tiene algunos datos y el interés de la administración en el análisis.
<i>Analítica Localizada</i>	Se realizan análisis básicos para la empresa en algunas áreas funcionales.
<i>Aspiraciones Analíticas</i>	Existe compromiso con el análisis al alinear los recursos y establecer un programa de trabajo para construir una mayor capacidad analítica.
<i>Capacidad Analítica</i>	La capacidad analítica de toda la empresa se encuentra en desarrollo y todos están altamente comprometidos con ello.
<i>Competidor Analítico</i>	La empresa obtiene de forma rutinaria los beneficios de su capacidad analítica y se centra en la revisión analítica continua.

Fuente: Tomado de Tan et al., (2011, p. 9-11).

RESULTADOS

Con la finalidad de evaluar la madurez en la implementación de BI en PYMEs del sector TI, se llevó a cabo la metodología descrita en la sección anterior.

En primer lugar, se identificaron los BIMMs para PYMEs. Como resultado, se encontró un modelo específicamente desarrollado para PYMEs y que les proporciona una herramienta que permite medir su madurez en el desarrollo e implementación de sus iniciativas o proyectos de BI (Fedouaki et al., 2013). Adicionalmente, se identificó que el modelo de Tan et al., (2011) es apropiado para aquellas organizaciones que a pesar de que sus recursos sean escasos cuentan con los elementos esenciales de procesos efectivos, lo que les permite la adopción de una cultura de mejora continua de los modelos de capacidad de madurez (CMM). Así, este modelo puede ser utilizado por aquellos negocios que buscan conocer su nivel de madurez en BI, además de hacerles posible el saber cuáles son las áreas críticas que deben atender en función de avanzar hacia niveles superiores.

Con la aplicación conjunta de los dos modelos anteriores, se busca obtener una valoración más amplia de la implementación de BI en las empresas pues se considera que sus puntos de vista se complementan. Esto, desde que el marco de trabajo propuesto por Fedouaki et al., (2013) evalúa el proceso de desarrollo de sistemas BI en las PYMEs y el modelo de Tan et al., (2011) se enfoca en cómo se gestionan sus componentes, valorando la calidad y beneficios que se pueden derivar.

En segundo lugar, se entrevistaron a las dos PYMEs de lo que se obtuvo que ambas hacen uso de BI en algún grado. También, se seleccionó a los empleados que participan en la etapa de medición de madurez. En la tabla 3 se muestran las características de las empresas y sus participantes.

Tabla 3. Características de las empresas y participantes

Empresa	Número de Empleados	Actividades	Participantes	
			Cantidad	Perfil
A	45	Consultoría de sistemas, aplicaciones de gestión y proyectos.	1	Administrativo
			1	Informática
B	42	Desarrollo de ingeniería eléctrica y de comunicaciones.	2	Administrativo
			3	Desarrollo Web e Ingeniería

Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, los cuestionarios fueron contestados por los participantes de cada empresa y se calcularon los promedios para los elementos y factores contemplados por cada BIMM.

En último lugar, se analizaron e interpretaron los resultados, donde primero se determinaron los niveles de madurez según cada modelo.

De la aplicación del cuestionario 1 resultaron las estadísticas presentadas en la tabla 4, donde todas las etapas se encuentran arriba del nivel 2 de una escala de 3. Se hace notar que, la empresa B muestra el mayor nivel de madurez en la etapa de *construcción y despliegue*, mientras que la empresa A es más madura en el *análisis y diseño*. En contraste, la empresa B tiene menor madurez en el *análisis y diseño*, y la empresa A en la etapa de *construcción y despliegue*. Además, los resultados para la empresa B son más consistentes entre los encuestados pues varían muy poco en comparación con los de la empresa A.

Tabla 4. Resultados obtenidos con el cuestionario 1

Etapas	Estadísticas	Empresa A	Empresa B
Justificación y Planeación	<i>promedio</i>	2.3	2.5
	<i>varianza</i>	0.06	0.21
	<i>desviación estándar</i>	0.25	0.46
Análisis y Diseño	<i>promedio</i>	2.5	2.1
	<i>varianza</i>	0.17	0.01
	<i>desviación estándar</i>	0.41	0.09
Construcción y Despliegue	<i>promedio</i>	2.0	2.7
	<i>varianza</i>	0.10	0.01
	<i>desviación estándar</i>	0.32	0.10

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de Fedouaki et al., (2013).

Para el cuestionario 2 se obtuvieron los resultados de la tabla 5. Aquí, se detectó que para la empresa A el nivel de madurez más alto se encuentra en la dimensión *analítica* en su tercer elemento denominado *aspiraciones analíticas* con un promedio de 4.5, lo cual corresponde a un nivel de madurez 3. Se destaca además que, de las cuatro dimensiones, la dimensión *analítica* fue evaluada con los promedios más grandes en todos sus elementos y con valoraciones que se encuentran todas en el extremo positivo de la escala. En discrepancia, en las otras tres dimensiones existen múltiples elementos evaluados con los más altos promedios, los cuales están apenas medio punto arriba del centro de la escala. En particular, las dimensiones *gestión de datos maestros* y *arquitectura del almacén de datos* encuentran que su primer elemento tiene uno de estos más altos promedios. Dado lo anterior, se considera que la empresa A se ubica en el primer nivel

de madurez denominado como *inicial*. Esto, debido a que este modelo señala homogeneidad de madurez entre dimensiones para no demeritar así, el desempeño particular de cada dimensión.

Tabla 5. Resultados obtenidos con el cuestionario 2

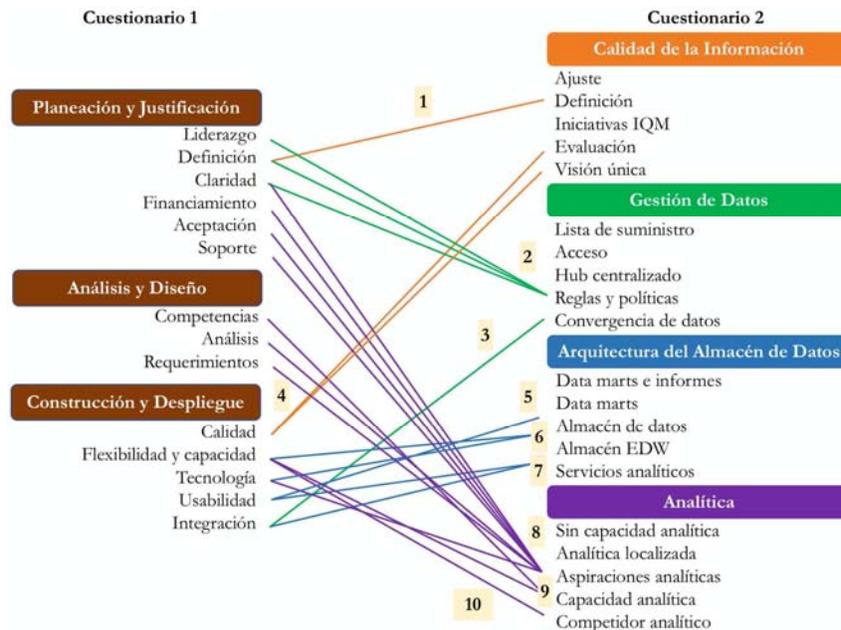
Dimensión	Elemento	Empresa A	Empresa B
		promedio	promedio
Calidad de la Información	<i>Ajuste</i>	2.0	1.0
	<i>Definición</i>	2.0	4.6
	<i>Iniciativas IQM</i>	3.5	4.4
	<i>Evaluación</i>	3.0	4.6
	<i>Visión única</i>	3.5	4.4
Gestión de Datos Maestros	<i>Lista de suministro</i>	3.5	1.0
	<i>Acceso</i>	3.0	4.6
	<i>Hub centralizado</i>	3.5	4.6
	<i>Reglas y políticas</i>	3.0	4.4
	<i>Convergencia de datos</i>	3.0	4.8
Arquitectura del Almacén de Datos	<i>Data Marts e informes</i>	3.5	1.0
	<i>Data Marts</i>	3.5	1.6
	<i>Almacén de Datos</i>	3.0	3.8
	<i>Almacén EDW</i>	3.5	3.6
	<i>Servicios Analíticos</i>	2.0	4.0
Analítica	<i>Sin capacidad Analítica</i>	4.0	2.8
	<i>Analítica Localizada</i>	4.0	4.4
	<i>Aspiraciones Analíticas</i>	4.5	4.2
	<i>Capacidad Analítica</i>	4.0	4.8
	<i>Competidor Analítico</i>	3.5	4.6

Fuente: Elaboración propia con base en el modelo de Tan et al., (2011).

En el caso de la empresa B, se tienen dos dimensiones con los más altos niveles de madurez: *analítica* y *gestión de datos maestros*. De ellas, se obtuvo un promedio de 4.8 en los elementos *capacidad analítica* y *convergencia de datos*, determinando así niveles de 4 y 5 correspondientemente. Adicionalmente, la dimensión *arquitectura del almacén de datos* se ubica en el nivel más alto, el 5. En cuanto a la dimensión de *calidad de la información* los mayores promedios están en los elementos *definición* y *evaluación*, los que se ubican a medio punto del nivel más alto de la escala, por lo que se determina un nivel 4 para esta dimensión. Por tanto, se precisa la mejora de las dimensiones *calidad de la información* y *analítica*, para no afectar los resultados superiores de las otras dimensiones. En consecuencia, se tiene que la empresa B está en el cuarto nivel de madurez de este modelo, es decir el nivel de *administrado*.

Como último paso, se verificó la congruencia de las respuestas dadas por los participantes a través de los dos cuestionarios aplicados. Con este propósito, se identificaron 10 relaciones equivalentes entre los factores del cuestionario 1 y los elementos del cuestionario 2, mismas que se muestran en la figura 6. Se consideran relaciones equivalentes, aquellas donde se pregunta lo mismo, pero desde distinto punto de vista o desde perspectivas particulares. Para este proceso, los factores del cuestionario 1 fueron mapeados hacia los elementos del cuestionario 2, encontrando que casi todas las relaciones se dirigieron hacia los últimos elementos de cada dimensión establecida por Tan et al., (2011).

Figura 6. Relaciones equivalentes entre modelos



Fuente: Elaboración propia con base en los modelos de Fedouaki et al., (2013) y Tan et al., (2011).

Dadas estas relaciones equivalentes y los promedios obtenidos según cada BIMM, se calculó el *error cuadrático medio (ecm)* para conocer en qué medida fueron diferentes las evaluaciones de los participantes.

$$ecm = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}}$$

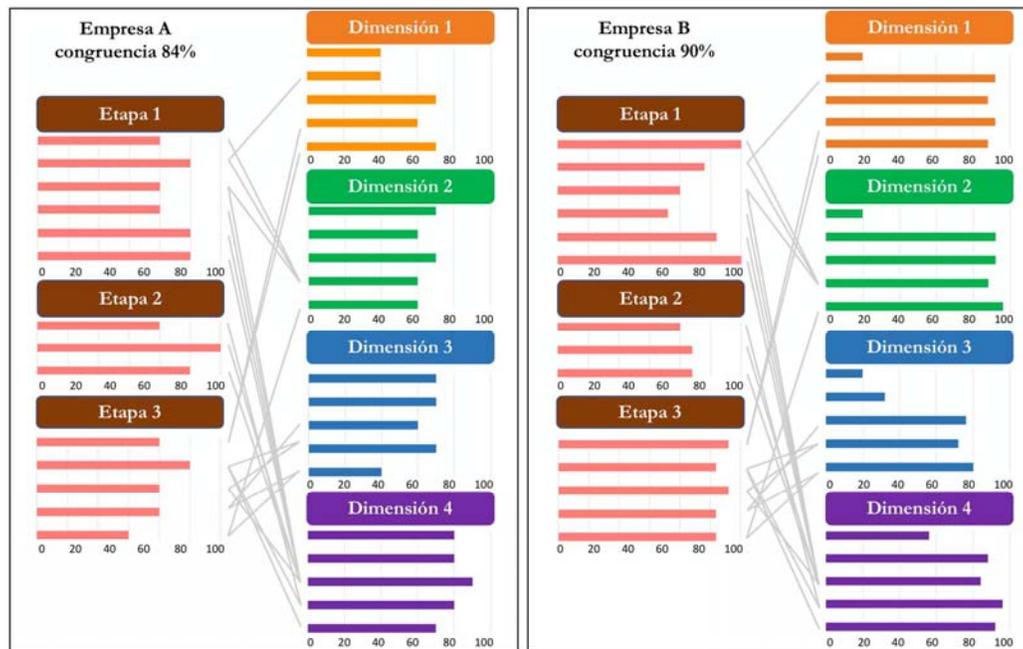
donde: n es el número total de relaciones equivalentes

x_i es el promedio del factor(es) del cuestionario 1, según la relación equivalente i .

y_i es el promedio del elemento(s) del cuestionario 2, según la relación equivalente i .

Entonces, se estimaron las diferencias en cada relación, tomando como base los promedios normalizados en una escala de 0 a 100. En el caso de las relaciones 1 a varios ó varios a 1, se calculó el promedio de los elementos o factores que en conjunto son equivalentes a un elemento o factor del otro modelo. Como resultado, el *error cuadrático medio* que tuvo la empresa A fue de 16% y el de la empresa B fue de 10%. De aquí que, se tenga un 84% de congruencia en las respuestas de la empresa A y un 90% en lo que concierne a la empresa B (véase figura 7).

Figura 7. Congruencia de respuestas



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como objetivo la medición de la madurez en la implementación de BI en PYMEs del sector TI, donde se tomaron dos casos.

Derivado de la revisión de la literatura, existe una variedad de diseños y enfoques en la construcción de un BIMM, donde la gran mayoría se dirige a empresas grandes o con capacidades de amplias dimensiones y/o especialidades peculiares. No obstante, se localizó un modelo diseñado específicamente para PYMEs, además de otro modelo que considera a empresas cuyos recursos son escasos.

De acuerdo a lo analizado bajo el modelo para PYMEs, se puede decir que la empresa B debe avanzar en la fase de *análisis y diseño*, lo que le permitirá mejorar y sostener resultados exitosos en la *construcción y despliegue* de sus proyectos BI. En cuanto a la empresa A, necesita fortalecer la etapa inicial de sus iniciativas BI alineando sus esfuerzos desde su *justificación y planeación*. Con ello, se facilitará la evolución hacia una implementación más madura de sus proyectos BI. Además, en el proceso de verificación de congruencia, la relación equivalente número 1 obtuvo la diferencia más grande entre las calificaciones que asignó la empresa A para cada BIMM. Por esta razón, se advierte una falta de congruencia en lo referente a la *definición* de sus productos y procesos, confirmando una vez más la importancia y trascendencia de la mejora de las primeras etapas de sus proyectos BI.

Por otro lado, lo revelado por el segundo modelo indica que las empresas necesitan avanzar en equipo y que en el camino hacia la optimización y excelencia de una organización nadie puede quedarse atrás. En este sentido, aunque la empresa B fue muy bien evaluada, obteniendo en el 65% de los elementos al menos 1 punto arriba del valor medio de la escala de evaluación, se

descubrió que si realiza mejoras en sus dimensiones *calidad de la información* y *analítica* estará muy cerca de alcanzar el nivel de madurez óptimo definido por este modelo. Por su parte, la empresa A necesita apoyar su dimensión mejor evaluada, la *analítica*. Aquí, se requiere implementar mejoras amplias y transversales, considerando que ninguno de los elementos de sus otras tres dimensiones supera el 3.5 de la escala de evaluación.

Cabe destacar que, aunque se tomaron solo dos PYMEs de la industria de TI con una base trabajadora de tamaño casi igual, los resultados revelaron niveles de madurez por un lado distantes entre ellas y por otro, invertidos entre las etapas de sus proyectos. Efectivamente, el cuestionario 2 expuso que la empresa A se encuentra en el primer nivel de madurez y la empresa B en el cuarto de cinco niveles. Y, los resultados arrojados por el cuestionario 1 demostraron que la empresa B es más madura en *construcción y despliegue* y la empresa A en el *análisis y diseño*; e inversamente en estas mismas etapas se localizan los menores niveles de madurez. Por tal motivo, se percibe que en este sector se pueden encontrar situaciones extremas entre las empresas, en lo que se refiere a sus iniciativas de BI.

En conclusión, los BIMMs aplicados en esta investigación permitieron determinar un nivel de madurez en la implementación de BI para las PYMEs que se consideraron como casos de evaluación. Incluso, fue posible detectar los procesos y/o elementos fortalecidos en dichas iniciativas, como también los que no han sido lo suficientemente desarrollados representando así, un obstáculo hacia el avance de madurez en BI. De esta manera, las empresas pueden dirigir su atención y recursos justamente donde son requeridos.

Investigación adicional debe realizarse con un mayor número de PYMEs y con la colaboración de una cantidad más grande de participantes, lo que permitirá extrapolar los resultados al sector de las TI.

REFERENCIAS

- Al Rashdi, S.S. y Kumaran Nair, S.S. (2017). A business intelligence framework for Sultan Qaboos University: A case study in the Middle East. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 7(3): 35-49.
- Arefin, S., Hoque, R. y Bao Y. (2015). The impact of business intelligence on organization's effectiveness: an empirical study. *Journal of Systems and Information Technology*, 17(3): 263-285.
- Baars, T., Mijndhardt, F., Vlaanderen, K. y Spruit, M. (2016). An analytics approach to adaptive maturity models using organizational characteristics. *Decision Analytics*, 3(5).
- Brooks, P., El-Gayar, O. y Sarnikar, S. (2015). A framework for developing a domain specific business intelligence maturity model: Application to healthcare. *International Journal of Information Management*, 35(3): 337-345.
- Cates, J.E., Gill, S.S. y Zeituny, N. (2005). The Ladder of Business Intelligence (LOBI): a framework for enterprise IT planning and architecture. *Int. J. Business Information Systems*.
- Chuah, M-H. y Wong, K.L. (2012). Construct an Enterprise Business Intelligence Maturity Model (EBI2M) Using an Integration Approach: A Conceptual Framework. Doi: 10.5772/35457
- Chuah, M-H. y Wong, K.L. (2013). Enterprise Business Intelligence Maturity Model: Case Study

- in Financial Industry. *Journal of Southeast Asian Research*, 2013(2013). Doi: 10.5171/2013.331173
- Cosic, R., Shanks, G. y S. Maynard. (2012). Towards a Business Analytics Capability Maturity Model. 23rd Australasian Conference on Information Systems, 3-5, Geelong, Australia.
- Dinter, B. (2012). The Maturing of a Business Intelligence Maturity Model. Proceedings of the Eighteenth Americas Conference on Information Systems, Seattle, Washington.
- Eckerson, W. (2005). The Keys to Enterprise Business Intelligence: Critical Success Factors. The Data Warehousing Institute, TDWI Monograph Series, Junio 2005.
- Fedouaki, F., Okar, C. y El Alami, S. (2013). A maturity model for Business Intelligence System project in Small and Medium-sized Enterprises: an empirical investigation. *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 10(6): 61-69.
- FORBES. (2018). Pymes mexicanas, un panorama para 2018. Disponible en <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-un-panorama-para-2018> [Consultado en septiembre 2018].
- Gastaldi, L., Pietrosi, A., Lessanibahri, S., Paparella, M., Scaccianoce, A., Provenzale, G., Corso, M. y Gridelli, B. (2018). Measuring the maturity of business intelligence in healthcare: Supporting the development of a roadmap toward precision medicine within ISMETT hospital. *Technological Forecasting & Social Change*, 128: 84-103.
- Gerow, J.E., Thatcher, J.B. y Grover, V. (2015). Six types of IT-business strategic alignment: an investigation of the constructs and their measurement. *European Journal of Information Systems*, 24: 465-491.
- Grossman, R.L. (2018). A framework for evaluating the analytic maturity of an organization. *International Journal of Information Management*, 38: 45-51.
- Halper, F. (2017). TDWI Self-Service Analytics Maturity Model Guide. Disponible en <https://tdwi.org/whitepapers/2017/10/bi-all-tdwi-self-service-analytics-maturity-model-guide.aspx> [Consultado en septiembre 2018].
- Hausladen, I. y Haas, A. (2014). A joint maturity model of BI-driven supply chains. 14th International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, Osijek, Croacia, pp 99-108.
- Hewlett-Packard. (2007). The HP Business Intelligence Maturity Model: describing the BI journey.
- IBM. (2009). Finding Your Level of BI and Performance Management Maturity: BI and Planning for Midsize Companies - Introducing IBM Cognos Express. IBM.
- Marx, F., Wortmann, F. y Mayer, J.H. (2012). A maturity model for management control systems. *Business and Information Systems Engineering*, 4: 193-207.
- Masters, S. y Bothwell, C. (1995). CMM Appraisal Framework Version 1.0. Technical Report CMU/SEI-95-TR-001 ESC-TR-95-001, Software Engineering Institute, Febrero 1995.
- Näslund, D., Sikander, E. y Öberg, S. (2014). Business Intelligence - a Maturity Model Covering Common Challenges.
- OECD (2018). ICT goods exports (indicator). Doi: 10.1787/b4d99334-en
- Olszak, C. y Ziemia, E. (2012). Critical Success Factors for Implementing Business Intelligence Systems in Small and Medium Enterprises on the Example of Upper Silesia, Poland. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge and Management*, 7: 129-150.
- Olszak, C. (2014). Business Intelligence and Analytics in Organizations, en: Mach-Król, M., Olszak, C.M. y Pelech-Plichowski, T. (Eds) *Advanced in ICT for Business, Industry and Public Sector, Studies in Computational Intelligence*. Suiza: Springer.
- Olszak, C. (2016). *Toward Better Understanding and Use of Business Intelligence in*

- Organizations. *Information Systems Management*, 33(2): 105-123.
- Palacios, J., Flores-Roux, E. y García, A. (2014). Diagnóstico del sector TIC en México. Conectividad e inclusión social para la mejora de la productividad y el crecimiento económico, México, Banco Interamericano de Desarrollo, Enero 2013.
- Papachristodoulou, E., Koutsaki, M. y Kirkos, E. (2017). Business Intelligence and SMEs: Bridging the gap. *Journal of Intelligence Studies in Business*, 7(1): 70-78.
- Prieto Morales, R.D. (2014). Guía para Mejorar la Madurez en Inteligencia de Negocios GMM-BI. Tesis de maestría, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Prieto-Morales, R.D., Meneses-Villegas, C.J. y Vega-Zepeda, V.R. (2015). GMM-BI: A methodological guide to improve organizational maturity in Business Intelligence. *Revista Facultad de Ingeniería*, 76: 7-18.
- Proenca, D. y Borbinha, J. (2016). Maturity Models for Information Systems – A State of the Art. *Procedia Computer Science*, 100: 1042-1049.
- Raber, D., Wortmann, F. y Winter, R. (2013). Towards The Measurement of Business Intelligence Maturity. ECIS 2013 Completed Research, paper 95.
- Sacu, C. y Spruit, M. (2010). BIDM - The Business Intelligence Development Model. Proceedings of the 12th International Conference on Enterprise Information Systems, Funchal, Madeira-Portugal.
- Raj, R., Wong, S. y Beaumont, A.J. (2016). Business Intelligence Solution for an SME: A Case Study. Proceedings of the 8th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, 3: 41-50.
- Scholz, P., Schieder, C., Kurze, C., Gluchowski, P. y Böhringer, M. (2010). Benefits and Challenges of Business Intelligence Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises. European Conference on Information Systems 2010, paper 32.
- Shaaban, E., Helmy, Y., Khedr, E. y Nasr, M. (2012). Business Intelligence Maturity Models: Toward New Integrated Model.
- Spruit, M. y Sacu, C. (2015). DWCMM: The Data Warehouse Capability Maturity Model. *Journal of Universal Computer Science*, 21(11): 1508-1534.
- Tan, Ch-S., Sim, Y-W. y Yeoh, W. (2011). A maturity model of enterprise business intelligence. *Communications of the IBIMA 2011*: 1-9. Doi: 10.5171/2011.417812
- Tavallaei, R., Shokohyar, S., Moosavi, S.M. y Sarfi, Z. (2015). Assessing the Evaluation Models of Business Intelligence Maturity and Presenting an Optimized Model. *International Journal of Management, Accounting and Economics*, 2(9): 1005-1019.
- Wai, K.C. y Rehman, M. (2018). A Maturity Model for Implementation of Enterprise Business Intelligence Systems, en Kim, K.J., y Joukov, N. (Eds) *Mobile and Wireless Technologies 2017, Lecture Notes in Electrical Engineering*. Singapur: Springer, 445-454.
- Wortmann, F., Raber, D. y Winter, R. (2012). Using Quantitative Analyses to Construct a Capability Maturity Model for Business Intelligence. 45th HICSS, Maui, Hawaii USA. Doi: 10.1109/HICSS.2012.630