



Revista Cubana de Ciencias Informáticas

ISSN: 1994-1536

ISSN: 2227-1899

Editorial Ediciones Futuro

Darias González, Hardam; León de la O, Dulce María; Garcia Rodríguez, Ana Marys;
Arias Peregrino, Víctor Manuel; Del Ángel Delgado, Hugo; Hernández Arias, Clemente
Factores limitantes en la implantación de MoProSoft. Revisión sistemática
Revista Cubana de Ciencias Informáticas, vol. 13, núm. 4, 2019, Octubre-Diciembre, pp. 98-117
Editorial Ediciones Futuro

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=378365914008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Tipo de artículo: Artículo de revisión
Temática: Ingeniería y gestión de software
Recibido: 20/08/2019 | Aceptado: 20/11/2019

Factores limitantes en la implantación de MoProSoft. Revisión sistemática

Limiting factors in MoProSoft implementation. Systematic review

Hardam Darías González ^{1*}, Dulce María León de la O ², Ana Marys García Rodríguez ³, Víctor Manuel Arias Peregrino ⁴, Hugo Del Ángel Delgado ⁵, Clemente Hernández Arias ⁶

¹ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños km 2 ½ Reparto Torrens. Boyeros. La Habana. C.P.: 19370 Cuba. hdarias@uci.cu

² Instituto Tecnológico de Villahermosa. Km. 3.5 Carretera, Villahermosa - Frontera, Cd Industrial, Villahermosa Tabasco. C.P.: 86010 México. dulce_leon@hotmail.com

³ Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio de los Baños km 2 ½ Reparto Torrens. Boyeros. La Habana. C.P.: 19370 Cuba. agarcia@uci.cu

⁴ Instituto Tecnológico de Villahermosa. Km. 3.5 Carretera, Villahermosa - Frontera, Cd Industrial, Villahermosa Tabasco. C.P.: 86010 México. varper@itvillahermosa.edu.mx

⁵ Instituto Tecnológico de Villahermosa. Km. 3.5 Carretera, Villahermosa - Frontera, Cd Industrial, Villahermosa Tabasco. C.P.: 86010 México. hdelangel@hotmail.com

⁶ Instituto Tecnológico de Villahermosa. Km. 3.5 Carretera, Villahermosa - Frontera, Cd Industrial, Villahermosa Tabasco. C.P.: 86010 México. xeon1076@hotmail.com

* Autor para correspondencia: hdarias@uci.cu

Resumen

La norma mexicana MoProSoft, tiene como objetivo elevar la capacidad de las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad. Surge como necesidad regional para alcanzar la madurez de los procesos, debido a que los modelos internacionales para la Mejora de Procesos de Software se han enfocado en empresas de gran tamaño, mientras que en México la mayoría de las organizaciones desarrolladoras de software clasifican como pequeña y mediana empresa. En este país se aboga por la implementación de MoProSoft, sin embargo, la implantación de esta norma no ha sido la esperada. Pese a que las organizaciones están trabajando bajo el estándar de MoProSoft, la gran mayoría sólo alcanza el nivel de madurez 1 y una gran minoría ostenta los niveles superiores de madurez. La implementación de la Mejora

de Procesos de Software requiere cambios culturales y organizativos para el éxito, los cuales por lo general son complejos de abordar y demandan una gran inversión. Es por ello que resulta esencial establecer una guía para la implantación de la mejora. El presente trabajo realiza una revisión sistemática de la implantación de la norma MoProSoft, se realiza un estudio de las experiencias y lecciones aprendidas para identificar las principales limitantes en el uso de esta norma.

Palabras clave: factores limitantes, Mejora de Procesos de Software, MoProSoft, pequeña y mediana empresa, revisión sistemática.

Abstract

The Mexican standard MoProSoft, aims to increase the capacity of organizations dedicated to the software development and maintenance, to offer quality services and reach international levels of competitiveness. It arises as a regional need to reach the maturity of the processes, because the international models for Software Process Improvement have focused on large companies, while in Mexico the majority of the software development organizations classified as medium and small business. This country advocates the implementation of MoProSoft; however, the implementation of this standard has not been as expected. Although organizations are working under the MoProSoft standard, the vast majority only reach maturity level 1 and a large minority have higher maturity levels. The implementation of Software Process Improvement requires cultural and organizational changes for success, which are generally complex to address and demand a large investment. That is why it is essential to establish a guide for the improvement implementation. This paper performs a systematic review of the MoProSoft standard implementation; a study of the experiences and lessons learned is carried out to identify the main limitations in the use of this standard.

Keywords: limiting factors, Software Process Improvement, MoProSoft, medium and small company, systematic review

Introducción

La Mejora de Procesos de Software (MPS) se centra en el perfeccionamiento de los procesos para mejorar la calidad de los productos y reducir el número de defectos de los entregables (Trujillo; Febles *et al.*, 2014; Niazi, 2006; Niazi; Babar *et al.*, 2010). Es un proceso sistémico con independencia del enfoque adoptado, que requiere de tiempo, recursos, medidas y las iteraciones para su aplicación efectiva y exitosa. Su objetivo es mejorar el rendimiento del proceso de desarrollo de software, a partir del desarrollo de acciones que se manifiestan en modificaciones (Trujillo; Febles *et al.*, 2014).

Instituciones, comunidades científicas y gobiernos, han invertido en función de la MPS mediante la definición de modelos, normas, guías y estándares de referencia que conducen la ejecución de los proyectos de mejora, siendo los más reconocidos en la literatura: CMMI (Chaudhary and Chopra, 2017) y la norma ISO 15504/IEC:2004 o SPICE (Mesquida and Mas, 2015).

Algunos autores establecen que el problema con la MPS no es la falta de un estándar o modelo, sino la falta de una estrategia efectiva para implementar con éxito estos estándares o modelos. La importancia de la implementación de la MPS exige que se reconozca como un proceso complejo en sí mismo. Cualquier proceso o modelo de MPS, debe ser capaz de manejar las diferencias en los contextos operativos de las organizaciones. Los modelos de MPS aunque son altamente publicitados y comercializados, están lejos de ser ampliamente implementados. Su influencia en la industria del software, particularmente para pequeñas y medianas empresas de software, permanece en un nivel más teórico que práctico (Niazi; Wilson *et al.*, 2005; Laporte and O'connor, 2017). Es por ello que se han desarrollado iniciativas regionales que realizaron adaptaciones los modelos genéricos a sus entornos específicos. Tal es el caso del modelo brasileño MPS.Br (Santos; Kalinowski *et al.*, 2012; Montoni; Rocha *et al.*, 2009) y la norma mexicana MoProSoft (Oktaba; Esquivel *et al.*, 2005).

MoProSoft es una norma que surge como necesidad regional para alcanzar la madurez de los procesos de desarrollo de software, pues en México gran parte de las organizaciones desarrolladoras de software clasifican como pequeñas y medianas empresas (PyMEs) (Barajas; Álvarez *et al.*, 2009). MoProSoft tiene como objetivo elevar la capacidad de las organizaciones dedicadas al desarrollo/mantenimiento de software, para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad (Oktaba and Vázquez, 2008). Es un modelo de referencia de procesos conformado por un conjunto de buenas prácticas y métodos de gestión e ingeniería de software, que contribuyen a que las organizaciones mejoren su forma de gestionar los proyectos (Nyce, 2018).

Aunque en México se aboga por la implementación de MoProSoft, la adopción de esta norma no ha sido la esperada. Según estadísticas sobre la certificación de este modelo en organizaciones mexicanas entre el año 2006 y el 2018, 6 organizaciones no lograron la certificación, 273 alcanzaron el nivel 1, 208 certificaron el nivel 2, solo 14 han certificado el nivel 3 y 1 organización el nivel 5 (Nyce, 2018). Sin embargo, muchas de las organizaciones que alcanzaron la certificación, no la mantuvieron vigente, mostrándose en la línea de tiempo un descenso respecto a la

cantidad de organizaciones certificadas en la norma MoProSoft. Lo antes expuesto se debe entre otros factores a que la implementación de la MPS requiere cambios culturales y organizativos, los cuales por lo general son complejos de abordar y demandan una gran inversión de recursos y tiempo (Trujillo; Febles *et al.*, 2014; Laporte and O'connor, 2017; Garcia; Milanés *et al.*, 2018; Garcia; Trujillo *et al.*, 2016). MoproSoft, aunque es más específica que los modelos generales, no se encuentra exenta a esta situación, por ello resulta esencial establecer una guía para la implantación de la mejora, con el objetivo de conducir a las organizaciones para obtener resultados exitosos. El presente trabajo se centra en realizar una revisión teórica sobre la implantación del modelo MoProSoft en el contexto de la industria de software mexicana, los problemas afrontados y los retos a acometer para establecer una guía de su aplicación exitosa.

Materiales y métodos

Entre los **métodos científicos** utilizados para el desarrollo del presente trabajo destacan los siguientes:

Métodos teóricos:

- El método **histórico-lógico** y el **dialéctico** para el análisis crítico de trabajos asociados al uso de la norma MoProSoft, con el objetivo de establecer un punto de referencia y análisis de los resultados.
- El **analítico-sintético** para la descomposición de la problemática en elementos que permitan su profundización con el fin de sintetizarlos en líneas de investigaciones futuras.

Métodos empíricos:

- El **análisis documental** para la revisión de la literatura con el objetivo de extraer la información necesaria sobre la implantación de la norma MoProSoft, las principales limitantes en este aspecto para las organizaciones, así como variantes de solución a desarrollar que favorezcan la adopción de la MPS empleando la norma MoproSoft.

Para el desarrollo de la revisión teórica se consideró la necesidad de identificar, evaluar, interpretar y sintetizar las investigaciones existentes y relevantes en el tema de interés (Pino; García *et al.*, 2006). La revisión sistemática, es un tipo de investigación científica que parte de una pregunta formulada de manera clara y objetiva, utilizando métodos sistemáticos y explícitos para valorar de manera crítica las investigaciones o antecedentes relevantes a dicha pregunta.

Se aplican protocolos para la recogida de los datos de las investigaciones, con el objetivo de alcanzar conclusiones válidas con respaldo de evidencias (Sánchez, 2010).

En la presente investigación, siguiendo las fases de (Kitchenham, 2004), se ejecutaron los siguientes pasos:

Fase 1: Planificación de la revisión.

- Identificación de la necesidad de la revisión.
- Desarrollo del protocolo de revisión.

Fase 2: Ejecución de la revisión.

- Identificación de la investigación.
- Selección de estudios primarios.
- Evaluación de la calidad del estudio.
- Extracción y monitoreo de datos.
- Síntesis de los datos.

Fase 3: Publicación de los resultados de la revisión.

Desarrollo

La revisión se desarrolló siguiendo las fases anteriormente descritas, con el objetivo de identificar los factores que inciden negativamente en la industria de software mexicana durante la implantación de la norma MoProSoft. Para ello se realizó una planificación de la revisión, se definieron los criterios de inclusión / exclusión para la identificación de los estudios primarios y se sintetizaron los datos para arribar a conclusiones.

Desarrollo del protocolo de revisión.

Planificación de la revisión

Identificación de la necesidad de la revisión.

1. Formulación de la pregunta

1.1. Enfoque de la pregunta: Identificar los problemas asociados a la implantación de la norma MoProSoft en la industria de software mexicana.

1.2. Calidad de la pregunta y amplitud:

- Problema: La norma MoProSoft ha sido estandarizada para su empleo en la industria de software mexicana como modelo de referencia para las PyMEs en la MPS. A pesar de los beneficios que esta norma ofrece, se refleja un

descenso en el número de organizaciones mexicanas certificadas en este modelo, lo cual atenta contra la calidad de la ejecución del proceso de software en este contexto.

- Pregunta: ¿Cuáles son los factores que inciden negativamente en la industria de software mexicana durante la implantación de la norma MoProSoft?
- Palabras claves y sinónimos:
 - Caso de estudio: caso real;
 - Evaluación: certificación;
 - Factores limitantes: limitaciones, insuficiencias, debilidades, barreras, riesgos, problemas, fracasos.
 - Implantación: implementación, ejecución;
 - Lecciones aprendidas: experiencias;
 - MoProSoft: Modelo de Procesos de Software, modelo mexicano, norma mexicana;
 - Nivel de madurez;
 - PyMEs: pequeñas y medianas empresas;
- Intervención: Análisis de los factores que inciden negativamente en la industria de software mexicana durante la implantación de la norma MoProSoft.
- Efecto: Identificación de los factores limitantes que inciden negativamente durante la implantación de la norma MoProSoft.
- Medición del resultado: número de factores identificados.
- Población:
 - Publicaciones sobre implantación de la norma MoProSoft.
 - Publicaciones sobre factores limitantes en la ejecución de MoProSoft.
 - Casos de estudio sobre la aplicación de la norma MoProSoft.
- Aplicación: Alta gerencia de organizaciones de desarrollo de software.

2. Selección de las fuentes

2.1. Definición de los criterios de selección de fuentes:

- Disponibilidad para consultar artículos en la web.
- Presencia de mecanismos de búsqueda mediante palabras clave y editoriales sugeridas por expertos.

2.2. Lenguajes de los estudios: español, inglés, portugués.

2.3. Identificación de fuentes:

- Métodos de búsqueda de fuentes: investigación a través de buscadores web.

- Lista de fuentes:
 - Springer
 - IEEE Computer Science Digital Library
 - Scielo
 - SEIR
 - Software Engineering Institute
 - Redalyc
 - Memorias de eventos, conferencias y simposios internacionales
 - Repositorios institucionales de universidades

2.4. Selección de fuentes luego de la evaluación: *A priori*, todas las fuentes listadas que satisfacen el criterio de calidad.

2.5. Chequeo de referencias: Todas las fuentes fueron aprobadas.

3. Selección de estudios

3.1. Definición de estudios:

- Definición de criterios de inclusión y exclusión de estudios: los estudios deben reflejar las lecciones aprendidas de las organizaciones al enfrentar la MPS mediante la implantación de la norma MoProSoft, con énfasis en las PyMEs. Esta investigación no seleccionará estudios que no estén asociados a la aplicación de la norma MoProSoft.
- Definición de tipos de estudio: todos los tipos de estudio relacionados con el tema de investigación serán seleccionados.
- Procedimiento para la selección de estudios: los mecanismos de búsqueda deben ejecutarse sobre las fuentes seleccionadas. Para seleccionar un conjunto inicial de estudios, el resumen de todos los estudios obtenidos es analizado y evaluado de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Para refinar este conjunto inicial de estudios, es analizado el texto completo de los estudios.

Ejecución de la revisión:

- Identificación de la investigación.

El fundamento de la investigación se derivó de las siguientes situaciones:

1. Los modelos y estándares definidos para la MPS, son muy genéricos, complejos de abordar, demandan gran cantidad de tiempo y recursos; su adaptación se complejiza aún más en las PyMEs.

2. En México el 85,29% de las organizaciones desarrolladoras de software clasifican como PyMEs, por ello surge MoProSoft como necesidad regional para alcanzar la madurez de los procesos de desarrollo de software en este contexto, aunque su aplicación es extensible a otros entornos.
3. La penetración de MoProSoft en las organizaciones de desarrollo de software en México no es la esperada, la mayoría certifica el primer nivel, otras alcanzan hasta el tercer nivel y muy pocas obtienen certificaciones de niveles superiores.

Se hace necesario investigar las causas que conllevan a estas situaciones y los factores limitantes que inciden negativamente durante la implantación de la norma MoProSoft.

- Selección de estudios primarios.

Después de aplicar el procedimiento para la obtención de estudios primarios se encontraron 118 estudios, 87 estudios no repetidos y de ellos se obtuvieron finalmente 25 estudios primarios (según los criterios de inclusión y exclusión).

La lista completa de los estudios primarios se puede encontrar en la tabla 1.

Tabla 1. Lista de estudios primarios seleccionados.

No.	Nombre	Año	Fuente	Descripción	Autor
1	Manejador de Documentos de MoProSoft	2005	Universidad de las Américas Puebla. Repositorio institucional	Desarrollo de la aplicación Manejador de Documentos de MoProSoft (MDM), para auxiliar la implantación del modelo.	(Caballero-De La Villa, 2005)
2	Evaluación de MoProSoft como alternativa metodológica de organización de empresas de desarrollo y mantenimiento de software	2006	Universidad de los Andes. Repositorio institucional	Se propone MoProSoft como alternativa metodológica, tomando como caso de estudio su aplicación en la Unidad de Informática de FUNDACITE-MÉRIDA. Se diseña una herramienta que permite estimar el nivel de capacidad de los procesos evaluados	(Aranguren, 2006)
3	Caracterización de los factores de cambio para la implantación de MoProSoft en las PyMEs	2006	Memorias de Congreso Internacional de Ciencias Computacionales (CICOMP 2006)	Se enfoca en determinar los factores que influyen en las organizaciones para aceptar el modelo MoProSoft. Para ello se analizan experiencias durante las primeras implantaciones de este modelo reportadas en la literatura y en un caso de estudio.	(Vargas, A Astorga; Espinoza <i>et al.</i> , 2006)
4	Agents, Case-Based Reasoning and their	2007	IEEE	Propone un asistente como guía para el uso automatizado de	(Vargas, Elena

	relation to the Mexican Software Process Model (MoProSoft)			MoProSoft y mejorar la ayuda brindada a los usuarios de la Herramienta Integrada de MoProSoft.	Cardenas; Oktaba <i>et al.</i> , 2007)
5	Madurez del proceso software en pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software	2007	Universidad nacional de La Plata. Repositorio institucional	Estudio sobre el uso de herramientas para comprobar si el modelo MoProSoft es eficaz.	(Mon; Estayno <i>et al.</i> , 2007)
6	Caracterización de los factores de cambio para que las PyMEs dedicadas al desarrollo de software implanten MoProSoft. Caso de estudio	2007	Universidad Autónoma de Baja California	Realización de estudios que buscan examinar los factores que afectan proyectos de desarrollo del software y los programas de una MPS en torno a las PyMEs	(Vargas, M. A. Astorga, 2007)
7	Evaluación de procesos en una empresa desarrolladora de software usando MoProSoft	2007	Universidad Católica del Maule. Repositorio institucional	Se emplea MoProSoft y EvalProSoft para realizar una evaluación de los procesos de una pequeña empresa desarrolladora de software de Chile.	(Villarroel; Gómez <i>et al.</i> , 2007)
8	Diseño de un instrumento de evaluación para cuantificar la percepción de impacto que ha tenido MoProSoft	2008	Universidad Autónoma de Aguascalientes. Repositorio institucional	Estudio realizado para conocer el escenario al que se enfrenta MoProSoft desde el punto de vista de los posibles beneficiarios por su uso. Se diseña un instrumento de evaluación para medir la percepción de impacto de MoProSoft tanto en la industria como en la academia.	(González, 2008)
9	MoProSoft: A software process model for small enterprises	2008	SEIR/CMU	Incluye resultado de cuatro pilotos en empresas mexicanas muy pequeñas. Conclusión: La MPS en pequeñas empresas es posible a través de versiones simplificadas de buenas prácticas creadas por y para grandes empresas transnacionales.	(Oktaba and Vázquez, 2008)
10	Experiences on the Implementation of MoProSoft and Assessment of Processes under the	2008	IEEE	Describe la metodología desarrollada y las experiencias adquiridas por los participantes académicos en el proyecto que	(Rios; Vargas <i>et al.</i> , 2008)

	NMX-I-059/02-NYCE-2005 Standard in a Small Software Development Enterprise			obtuvo la primera certificación estándar en MoProSoft.	
11	Software engineering area curricular evaluation method based in MoProSoft	2009	IEEE	Se presenta una propuesta de método llamada para evaluar el nivel de aprendizaje de cursos de ingeniería de software en un programa universitario. Para construir el cuerpo de conocimiento para evaluar, se tomaron como referencia las prácticas de MoProSoft correspondientes a la etapa de operaciones en niveles 1 y 2	(García and Rodríguez, 2009)
12	Mejora de Procesos de Software en México: Un estudio del Estado del Arte	2009	Universidad Autónoma de Aguascalientes. Repositorio institucional	La implantación del modelo MoProSoft en México no ha sido la esperada. Pese a que la mayoría de las empresas están trabajando bajo el estándar, sólo alcanzan el nivel de madurez 1, mientras que el resto de las empresas tienen en promedio nivel 3 de madurez (nivel que potencializa de manera excepcional a las PyMEs)	(Barajas; Álvarez <i>et al.</i> , 2009)
13	Lecciones Aprendidas en la Implantación de MoProSoft en una empresa escolar: caso AvanTI	2010	Scielo	Se presentan las lecciones aprendidas con la implantación de MoProSoft en el caso de estudio de AvanTI en México.	(Astorga; Flores <i>et al.</i> , 2010)
14	Herramienta de Soporte a la valoración rápida de Procesos Software utilizando el Modelo MoProSoft bajo un enfoque RIA	2010	Universidad Tecnológica de la Mixteca. Repositorio institucional	Alto costo para las PyMEs por la necesidad de emplear agentes expertos en el estándar, comúnmente externos a la organización, lo cual dificulta el seguimiento periódico a la capacidad de los procesos de la organización. Propone una herramienta basada en el modelo MoProSoft que brinde	(Sandoval, 2010)

				una evaluación fidedigna y fiable de los procesos.	
15	Resultados y perspectivas de la adopción de MoProSoft en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM	2010	Universidad Nacional Autónoma de México. Repositorio institucional	En la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM se trabaja orientado a MoProSoft, bajo retos y características distintos a los de la empresa mexicana, adaptando la norma a un contexto académico en una universidad pública, con excelentes resultados.	(Báez and Miranda, 2010)
16	Modelo de Autoevaluación de los procesos de las empresas desarrolladoras de software que utilizan MoProSoft	2011	Universidad Autónoma de México. Repositorio institucional	Presenta un modelo que permite autoevaluar la madurez de los procesos de software con apoyo de una herramienta. Presenta aplicación práctica de MoProSoft y su evaluación con este modelo.	(Martínez, 2011)
17	Software Process Improvement and Certification of a Small Company Using the NTP 291 100 (MoProSoft)	2012	Springer	Experiencias, desafíos y lecciones aprendidas en la MPS (basado en MoProSoft) de una pequeña empresa en Perú.	(Ñaupac; Arisaca <i>et al.</i> , 2012)
18	Evaluación de procesos de software utilizando EvalProSoft aplicado a un caso de estudio	2012	Escuela Politécnica Nacional Ecuador. Repositorio institucional	El caso de estudio permitió conocer las fortalezas y debilidades del proceso de desarrollo de software así como las prácticas de proceso que se requieren, mejorando así la calidad de los proyectos de desarrollo de software realizados en Ecuador bajo el modelo MoProSoft.	(Pareja and Rivera, 2012)
19	Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora	2012	Memorias de XI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software	Se presentan las lecciones aprendidas en tres ciclos de MPS y uno de preparación para la certificación de madurez de una pequeña empresa que desarrolla software utilizando MoProSoft	(Morillo; Vizcardo <i>et al.</i> , 2012)
20	Implementação do MoProSoft em Empresa	2013	Universidade Estadual de	Se presentan estudios de los procesos relacionados con el	(Tomaz, 2013)

	com MPS. BR-E		Londrina. Repositorio institucional	modelo mexicano MoProSoft, creando una relación entre este y el modelo brasileño MPS-BR, así como oportunidades de calificación y obstáculos para la implementación de ambos en una empresa.	
21	Interpreting the mexican standards for software process implementation and capacity assessment under a knowledge management approach	2014	Scielo	Presenta la implicación de la Gestión del conocimiento en la MPS al aplicar la norma mexicana MoProSoft	(Flores; Astorga <i>et al.</i> , 2014)
22	Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft	2015	Redalyc	La carencia de conocimiento y experiencia, hace de la aplicación de MoProSoft algo complicado y desgastante. Se presenta el desarrollo de un marco de trabajo para las PyMEs en México, apoyado por la herramienta Kaizen que automatiza las fases básicas de una MPS basada en MoProSoft.	(Sandoval, 2015)
23	Modelo de buenas prácticas sobre la base de MoProSoft para la gestión de proyectos de desarrollo de software en la oficina de tecnologías de la información y comunicaciones del servicio de administración tributaria de Trujillo	2016	Universidad Nacional de Trujillo. Repositorio institucional	Elaboración de una metodología a medida basada en MoProSoft y apoyada de otras metodologías en la oficina de tecnologías de la información y comunicaciones del Servicio de Administración Tributaria de Trujillo. Se determinan los procesos más críticos en el desarrollo de software y su nivel de fracaso para proponer un conjunto de buenas prácticas	(Cieza, 2016)
24	Aplicación del modelo MoProSoft a la mejora de procesos en el área de desarrollo de una empresa de telecomunicaciones	2017	Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Repositorio institucional	Describe y aplica el primer ciclo de mejora basado en el modelo MoProSoft en el área de desarrollo de una empresa de telecomunicaciones y servicios de tecnología de información	(Alvarado, 2017)

25	Implantación del modelo MoProSoft para mejora de procesos en una empresa desarrolladora de software	2017	Universidad de San Pedro. Repositorio institucional	Implantación del modelo MoProSoft en una PyMEs de desarrollo de software en Perú.	(Diestra; Gutiérrez <i>et al.</i> , 2017)
----	---	------	---	---	---

- Evaluación de la calidad del estudio.

Se procedió al análisis de la calidad de los estudios primarios, donde se pudo constatar que:

- Todos los estudios abordan la MPS desde la implantación del modelo MoProSoft.
- El año de publicación de los estudios oscila entre el 2005 (año de creación de MoProSoft) y la actualidad, lo cual permite evaluar la evolución de su implantación en diferentes espacios de tiempo.
- La mayoría de los estudios proceden de México, país para el cual fue concebido el modelo. No obstante, se seleccionaron otros estudios procedentes de localidades como Chile, Perú, Ecuador y Brasil para enriquecer el análisis desde otras perspectivas.
- Los estudios han sido publicados en bases de datos confiables, aunque la mayoría provienen de universidades que publican en sus repositorios institucionales los resultados aplicados de las investigaciones.

- Extracción y monitoreo de los datos.

Una vez escogidos los estudios primarios se realizó la extracción de la información relevante para la revisión sistemática. La información de las publicaciones primarias se almacenó en una tabla cuyo formato de extracción de datos se estructuró como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo del formato de extracción de información.

Nombre	Mejora de Procesos de Software en México: Un estudio del Estado del Arte
Fuente	Universidad Autónoma de Aguascalientes. Repositorio institucional
Fecha	2009
Autores	Barajas, Arturo Álvarez, Francisco J. Luna, Huizilopoztli
Metodología	Análisis documental
Resultados	- Análisis de la maduración de los procesos en México - Estado general de estrategias para la MPS en México - Análisis de vínculo academia-industria de software en México
País	México
Modelo/Estándar	MoProSoft, CMMI

Factores limitantes identificados	- Resistencia al cambio - Carencia de recursos y presupuesto - Desconocimiento del modelo de referencia - Ausencia de cultura de procesos - Falta de comunicación - Pobre compromiso de la dirección - Complejidad de los procesos - Falta de capacitación en el uso de procesos y herramientas
--	--

Discusión

Publicación de los resultados de la revisión:

Al realizar un análisis de todos los datos extraídos de cada uno de los estudios, se tiene:

Sobre las fuentes de los estudios:

El 60% de los estudios ha sido publicado en repositorios de universidades como resultados de investigación, el 32% en bases de datos reconocidas en el ámbito científico internacional (Springer, IEEE, Scielo, Redalyc, SEIR). El resto procede del resultado de la publicación de memorias de eventos científicos internacionales. Ver figura 1.

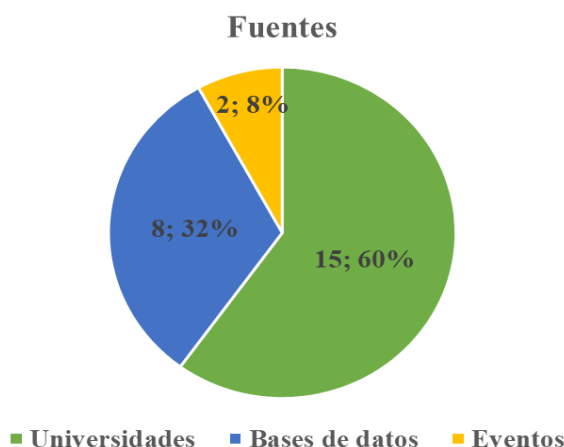


Figura 1. Procedencia de los estudios primarios.

Sobre la fecha de las publicaciones de los estudios:

Aunque en la literatura se refleja un número creciente de publicaciones asociadas a la MPS y al modelo MoProSoft en el transcurso de los años, se evidencia una disminución en las publicaciones asociadas a experiencias, casos de estudio y lecciones aprendidas con el modelo de referencia en cuestión. Lo antes expuesto afecta la gestión del

conocimiento sobre la base de la reutilización de experiencias reales que no son socializadas y evidencia un creciente desinterés por parte de los sectores académico y empresarial que investigan y aplican este modelo.

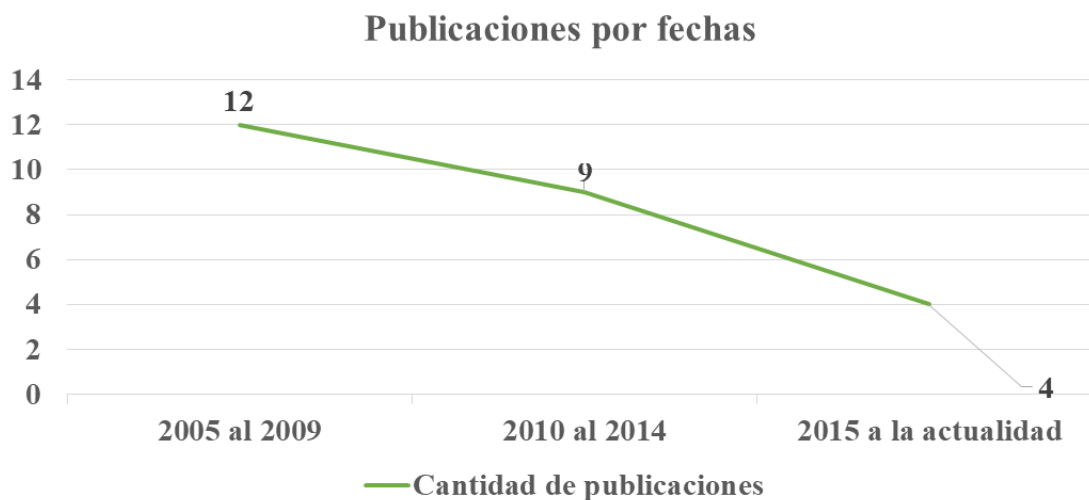


Figura 2. Fechas de publicaciones de los estudios primarios.

Sobre las metodologías empleadas:

Los estudios primarios seleccionados aplican una o varias metodologías para el análisis de la información presentada. La metodología más empleada es el caso de estudio, el cual está presente en más del 50% de los estudios, posteriormente le siguen el análisis documental y la observación (ver figura 3). Lo antes expuesto favorece la presente investigación, al poderse contar con experiencias fehacientes y reales durante la aplicación de MoProSoft en las organizaciones, más allá de una teoría establecida.

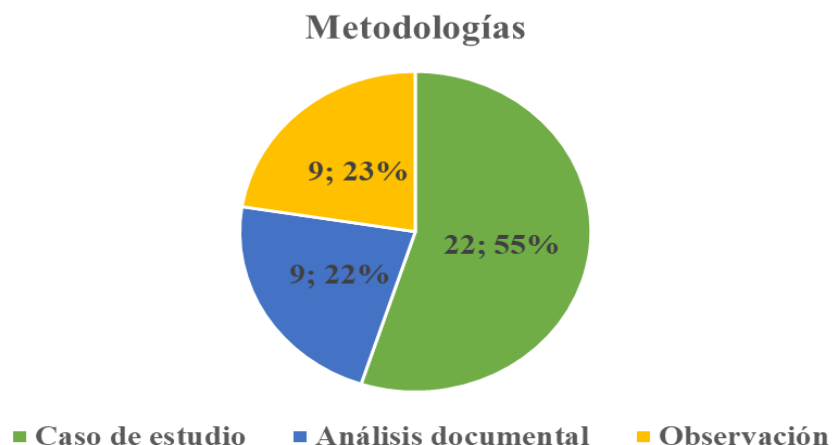


Figura 3. Metodologías empleadas en los estudios primarios.

Sobre regiones de los estudios primarios:

La mayoría de los estudios analizados fueron desarrollados en México (ver figura 4), lo cual tiene su base en que MoProSoft es un modelo regional desarrollado a la medida para las PyMEs en este país. No obstante, el resto de los estudios provenientes de otros países (Chile, Perú, Ecuador, Brasil, Venezuela, Argentina) contribuyeron a obtener una visión más general desde una perspectiva externa al contexto mexicano.

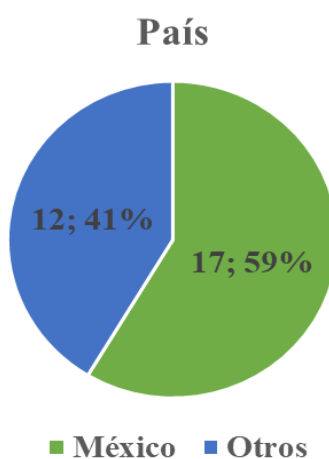


Figura 4. Región de los estudios primarios.

Factores limitantes:

Las experiencias y lecciones aprendidas que abordan los estudios primarios presentaron situaciones similares, de manera que estas fueron agrupadas tomando en cuenta los factores limitantes que inciden negativamente en una ejecución exitosa de MoProSoft por parte de las organizaciones desarrolladoras de software. A continuación se listan los factores limitantes, denominados como FL (acrónimo), que obtuvieron una frecuencia superior al 60% en el análisis de la totalidad de los estudios, los cuales constituyen el aporte principal de este trabajo. Estos factores se clasifican atendiendo a su naturaleza en: sociales, tecnológicos, de procesos y de entorno.

Factores limitantes sociales:

- FL1. Resistencia al cambio
- FL2. Falta de comunicación
- FL3. Pobre compromiso de la dirección
- FL4. Pobre involucramiento del personal
- FL5. Falta de motivación
- FL6. Falta de colaboración y trabajo en equipo
- FL7. Escasa consultoría

Factores limitantes tecnológicos:

- FL8. Falta de capacitación en el uso de herramientas
- FL9. Pobre gestión tecnológica como soporte a la mejora
- FL10. Limitaciones respecto a herramientas para el soporte tecnológico de la ejecución y evaluación del modelo

Factores limitantes de procesos:

- FL11. Desconocimiento del modelo de referencia
- FL12. Ausencia de cultura de procesos
- FL13. Complejidad de los procesos
- FL14. Falta de capacitación en el uso de procesos
- FL15. Insuficiencias en la gestión del conocimiento
- FL16. Deficiencias en la organización y desglose de responsabilidades y tareas

Factores limitantes de entorno:

- FL17. Insuficiente difusión del modelo en el entorno académico y empresarial
- FL18. Limitada alineación academia-empresa

De los factores anteriormente identificados, es importante destacar que la mayoría están asociados al carácter social y a los procesos del modelo, sin embargo, se le concede una especial importancia a los de origen tecnológico. El desarrollo de herramientas que contribuyan a guiar los esfuerzos en la implantación y evaluación de MoProSoft, pueden constituir la clave para mitigar la ocurrencia de factores limitantes asociados a otras categorías.

Conclusiones

1. MoProSoft es un modelo regional dirigido principalmente a las PyMEs en México por su facilidad de comprensión y aplicación de manera económica para la ejecución de la mejora de procesos. No obstante, su implantación en el mercado nacional no ha sido la esperada y requiere ser investigada para elevar el nivel de efectividad del modelo.
2. La revisión sistemática desarrollada fue exhaustiva y profunda, lo cual contribuyó identificar y caracterizar los principales estudios asociados a MoProSoft en el período comprendido entre 2005 y 2019, destacando el nivel de confiabilidad de las fuentes.
3. Los 18 factores limitantes identificados constituyen aproximaciones que con un tratamiento adecuado, pudieran ser claves para la implantación exitosa del modelo MoProSoft en las organizaciones desarrolladoras de software. Los factores, considerando su naturaleza, fueron clasificados en: sociales, tecnológicos, de proceso y de entorno.

Trabajo futuro

El estudio del nivel de influencia de los factores limitantes tecnológicos sobre el resto de los factores asociados a otras categorías contribuiría al desarrollo de aplicaciones de software que soporten a MoProSoft para su implantación exitosa.

Referencias

- [1] TRUJILLO, Y. C.; A. E. FEBLES and G. R. LEÓN (2014). Modelo para valorar las organizaciones al iniciar la mejora de procesos de software. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(3): 412-420.
- [2] NIAZI, M. (2006). *Software process improvement: a road to success. International Conference on Product Focused Software Process Improvement*. Springer: 395-401.
- [3] NIAZI, M.; M. A. BABAR and J. M. VERNER (2010). Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison. *Information and software technology*, 52(11): 1204-1216.
- [4] CHAUDHARY, M. and A. CHOPRA. (2017). CMMI Overview. en: *CMMI for Development*. Springer: 1-7.
- [5] MESQUIDA, A. L. and A. MAS (2015). Implementing information security best practices on software lifecycle processes: The ISO/IEC 15504 Security Extension. *Computers & Security*, 48: 19-34.
- [6] NIAZI, M.; D. WILSON and D. ZOWGHI (2005). A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study. *Journal of systems and software*, 74(2): 155-172.
- [7] LAPORTE, C. and R. O'CONNOR (2017). Software process improvement standards and guides for very small organization: An overview of eight implementations. *CrossTalk, The Journal of Defense Software Engineering*, 30(3): 23-27.

- [8] SANTOS, G.; M. KALINOWSKI; A. R. ROCHA; G. H. TRAVASSOS; K. C. WEBER and J. A. ANTONIONI (2012). *MPS. BR program and MPS model: main results, benefits and beneficiaries of software process improvement in Brazil. 2012 Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*. IEEE: 137-142. 1467323454.
- [9] MONTONI, M. A.; A. R. ROCHA and K. C. WEBER (2009). MPS. BR: a successful program for software process improvement in Brazil. *Software Process: Improvement and Practice*, 14(5): 289-300.
- [10] OKTABA, H.; C. A. ESQUIVEL; A. S. RAMOS; A. M. MARTÍNEZ; G. Q. OSORIO; M. R. LÓPEZ; F. L. L. HINOJO; M. E. R. LÓPEZ; M. J. O. MENDOZA and Y. F. ORDÓÑEZ (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software MoProSoft. *Versión 1.3*.
- [11] BARAJAS, A.; F. J. ÁLVAREZ and H. LUNA (2009). Mejora de Procesos de Software en México: Un estudio del Estado del Arte. *Agenda*, 2(50): 95.
- [12] OKTABA, H. and A. VÁZQUEZ. (2008). MoProSoft: A software process model for small enterprises. en: *Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: techniques and case studies*. IGI Global: 170-176.
- [13] NYCE. (2018). *Padrón Nacional de Empresas Dictaminadas en MoProSoft*, Normalización y Certificación NYCE, S.C.
- [14] GARCIA, A. M. R.; Y. Z. MILANÉS; Y. C. TRUJILLO; J. P. R. FEBLES and I. J. G. SÁNCHEZ (2018). Asociación entre Buenas Prácticas y Factores Críticos para el éxito en la MPS. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 12(2): 89-103.
- [15] GARCIA, A. M. R.; Y. C. TRUJILLO and L. P. ARZA (2016). Pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10: 15-30.
- [16] PINO, F. J.; F. GARCÍA and M. PIATTINI (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas. *REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 2(1): 6-23.
- [17] SÁNCHEZ, J. M. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula abierta*, 38(2): 53-64.
- [18] KITCHENHAM, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004): 1-26.
- [19] CABALLERO-DE LA VILLA, D. (2005). Manejador de Documentos de MoProSoft. *Universidad de las Americas Puebla*.
- [20] ARANGUREN, Y. R. C. (2006). *EVALUACIÓN DE MOPROSOFT COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE SOFTWARE*, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. p.
- [21] VARGAS, A. A.; J. M. O. ESPINOZA and B. FLORES (2006). *Caracterización de los factores de cambio para la implantación de MoProSoft en las pymes. Congreso Internacional de Ciencias Computacionales (CICOMP)*: 13-17.
- [22] VARGAS, E. C.; H. OKTABA; S. GUARDATI and A. L. LAUREANO (2007). *Agents, case-based reasoning and their relation to the Mexican software process model (moprosoft). 31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*. IEEE: 326-334. 0769528708.
- [23] MON, A.; M. G. ESTAYNO and A. ARANCIO (2007). *Madurez del proceso software en pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software. IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* 9507630759.
- [24] VARGAS, M. A. A. (2007). *Caracterización de los factores de cambio para que las PYMES dedicadas al desarrollo de software implanten MoProSoft. Caso de estudio*. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. p.

- [25] VILLARROEL, R.; Y. GÓMEZ; H. OKTABÁ and V. MARTÍNEZ. (2007). *EVALUACIÓN DE PROCESOS EN UNA EMPRESA DESARROLLADORA DE SOFTWARE USANDO MOPROSOFT*, Universidad Católica del Maule.
- [26] GONZÁLEZ, J. M. S. (2008). *Diseño de un instrumento de evaluación para cuantificar la percepción de impacto que ha tenido MoProSoft*. Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes. p.
- [27] RIOS, B. L. F.; M. A. A. VARGAS; J. M. O. ESPINOZA and M. D. C. A. PERALTA (2008). *Experiences on the Implementation of MoProSoft and Assessment of Processes under the NMX-I-059/02-NYCE-2005 Standard in a Small Software Development Enterprise*. 2008 Mexican International Conference on Computer Science. IEEE: 323-328. 0769534392.
- [28] GARCÍA, G. A. M. and I. C. RODRÍGUEZ (2009). *Software engineering area curricular evaluation method based in moprosoft*. 2009 Mexican International Conference on Computer Science. IEEE: 272-279. 1424452589.
- [29] ASTORGA, A.; B. FLORES; G. CHAVEZ; M. LAM and A. JUSTO (2010). Lecciones Aprendidas en la Implantación de MoProSoft en una empresa escolar: caso AvanTI. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*: 73-86.
- [30] SANDOVAL, D. C. (2010). Herramienta de Soporte a la valoración rápida de Procesos Software utilizando el Modelo Moprosoft bajo un enfoque RIA. *Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajapan de León, OAX*.
- [31] BÁEZ, M. M. J. P. and L. M. T. V. MIRANDA. (2010). *Resultados y perspectivas de la adopción de MoProSoft en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM*, Coloquio Nacional de Investigación en Ingeniería de Software y Vinculación Academia-Industria.
- [32] MARTÍNEZ, A. L. A. (2011). *Modelo de Autoevaluación de los procesos de las empresas desarrolladoras de software que utilizan MoProSoft*. Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México. p.
- [33] ÑAUPAC, V.; R. ARISACA and A. DÁVILA (2012). *Software Process Improvement and Certification of a Small Company Using the NTP 291 100 (MoProSoft)*, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg: 32-43. 978-3-642-31063-8.
- [34] PAREJA, J. F. Q. and R. P. G. RIVERA (2012). *Evaluación de procesos de software utilizando EvalProSoft Aplicado a un caso de estudio*, Escuela Politécnica Nacional. Quito. p.
- [35] MORILLO, P.; M. VIZCARDIO; V. SÁNCHEZ and A. DÁVILA (2012). Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora. *XI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS)*: 389-396.
- [36] TOMAZ, J. S. (2013). *Implementação do MoProSoft em Empresa com MPS*. BR-E, Universidade Estadual de Londrina. p.
- [37] FLORES, B. L. R.; M. A. V. ASTORGA; O. M. E. RODRÍGUEZ; J. E. E. IBARRA and M. D. C. ANDRADE (2014). Interpreting the mexican standards for software process implementation and capacity assessment under a knowledge management approach. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*(71): 85-100.
- [38] SANDOVAL, D. C. (2015). Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*(1).
- [39] CIEZA, S. E. M. (2016). Modelo de buenas prácticas sobre la base de moprosoft para la gestión de proyectos de desarrollo de software en la oficina de tecnologías de la información y comunicaciones del servicio de administración tributaria de Trujillo.
- [40] ALVARADO, B. M. Z. (2017). *Aplicación del modelo Moprosoft a la mejora de procesos en el área de desarrollo de una empresa de telecomunicaciones*. Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. p.
- [41] DIESTRA, C. C.; J. G. GUTIÉRREZ and M. S. HUAMÁN (2017). Implantación del modelo MoProSoft para mejora de procesos en una empresa desarrolladora de software. *CONOCIMIENTO PARA EL DESARROLLO*, 8(1).