

Tipo de artículo: Artículo original  
Temática: Ingeniería y gestión de software  
Recibido: 27/03/2018 | Aceptado: 23/04/2018

## Asociación entre Buenas Prácticas y Factores Críticos para el éxito en la MPS

### *Association between Good Practices and Critical Factors for success in SPI*

Ana Marys Garcia Rodríguez <sup>1\*</sup>, Yordanis Milanés Zamora <sup>1</sup>, Yaimí Trujillo Casañola <sup>2</sup>, Juan Pedro Febles Rodríguez <sup>3</sup>, Idel Jorge Sánchez González <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad 3. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370. {agarcia, yordanism}@uci.cu

<sup>2</sup> Dirección de Calidad de Software. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370. yaimi@uci.cu

<sup>3</sup> Dirección de Educación de Posgrado. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370. febles@uci.cu

<sup>4</sup> Centro de Informatización de Entidades. Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. CP.: 19370. isgonzalez@@uci.cu

\*Autor para correspondencia: [agarcia@uci.cu](mailto:agarcia@uci.cu)

---

#### Resumen

La Mejora de Procesos de Software contribuye a incrementar el rendimiento y utilidad de los procesos. Diversas investigaciones proponen evaluar integralmente las organizaciones considerando los factores críticos que influyen en el éxito, previo a la inversión en la mejora de procesos. Además, consideran necesario la aplicación de Buenas Prácticas para mejorar sistemáticamente los procesos de las organizaciones. Algunos autores hacen referencia a relaciones de dependencia entre Buenas Prácticas y el comportamiento de los Factores Críticos de Éxito; sin embargo, existe una gran dispersión en las Buenas Prácticas abordadas en la literatura y no se establecen con claridad cuáles son los criterios de dependencias entre Buenas Prácticas y factores. La presente investigación realiza un diagnóstico del estado actual del uso de la información de Buenas Prácticas y Factores Críticos de Éxito. El objetivo consiste en conceptualizar las Buenas Prácticas que inciden en el comportamiento de los Factores Críticos de Éxito y contextualizarlas al entorno de la industria cubana del software. Además, se identifican recomendaciones para la ejecución de las Buenas Prácticas y se implementan reglas de asociación para la identificación de dependencias entre

Buenas Prácticas y factores. Para el desarrollo de la investigación se aplicaron métodos y técnicas como grupo focal, análisis de campo de fuerzas, entrevistas a profundidad, encuestas, revisión sistemática a la bibliografía y Delphi. Los resultados fueron validados mediante la aplicación de Delphi, Iadov y un cuasiexperimento con series cronológicas múltiples.

**Palabras clave:** asociación, Buenas Prácticas, Factores Críticos de Éxito, Mejora de Procesos de Software

### **Abstract**

*The Improvement of Software Processes contributes to increase their level of performance and efficiency. Several researches propose the integral evaluation of organizations, considering the critical factors that influence success, prior to any investment in process improvement. It is also considered necessary to apply Good Practices to systematically improve organization processes. Some authors refer to dependency relationships between Good Practices and the behavior of the Critical Success Factors; however, there is a great dispersion in the Good Practices mentioned in literature and the dependency criteria between Good Practices and factors are not clearly established. The present research performs a diagnosis about the current state of the use of the information of Good Practices and Critical Success Factors. The objective is to conceptualize the Good Practices that affect the behavior of Critical Success Factors and contextualize them to the environment of Cuban software industry. In addition, recommendations for the execution of Good Practices are identified and rules of association are implemented to identify dependencies between Good Practices and factors. For the development of this research methods and techniques such as focal group, force-field analysis, interviews, surveys, literature review and Delphi were applied. The results were validated through the application of Delphi, Iadov and a quasi-experiment with multiple chronological series.*

**Keywords:** association, Critical Success Factors, Good Practices, Software Process Improvement

---

## **Introducción**

En las investigaciones sobre las condiciones para conducir la mejora, se han definido factores críticos que influyen en el éxito (FCE) de la Mejora de Procesos de Software (MPS) (BOAS *et al.* 2010; SANTOS *et al.* 2010). Trujillo los define como factores determinantes en el éxito de un proyecto MPS en una organización y establece una propuesta para valorar el estado de una organización previo a la MPS (TRUJILLO CASAÑOLA 2014). Los FCE definidos por Trujillo (TRUJILLO CASAÑOLA 2014), se centran en la etapa previa a la inversión de recursos en la MPS y están contextualizados a la industria del software cubana. Además, ofrecen mediciones a través de la definición de

indicadores y medidas para evaluar las condiciones de la organización al iniciar la MPS. En la presente investigación, se adoptan estos FCE como antecedentes para evaluar el éxito de las organizaciones en la MPS, así como para guiar sus esfuerzos, previo a la inversión en un proyecto MPS. Se han identificado además, “*acciones que disminuyen la influencia negativa de un factor*”, las cuales se han concebido como Buenas Prácticas (BP) (FORRADELLAS *et al.* 2005; NIAZI *et al.* 2006; 2005a; 2005b; TRUJILLO CASAÑOLA 2014).

A pesar de los avances en el uso de BP y FCE (NIAZI *et al.* 2010; NIAZI *et al.* 2006; TRUJILLO CASAÑOLA 2014), persisten insuficiencias asociadas a: dispersión de las BP para mejorar el estado de las organizaciones, se especifican BP que indican qué mejoras aplicar pero no cómo. Además, no se realiza un análisis de la influencia en combinación de FCE y BP en la MPS (FERNÁNDEZ DÍAZ *et al.* 2016). Se considera oportuno un análisis que guíe a las organizaciones en la ejecución de BP y recomendaciones al iniciar la MPS.

## **Materiales y métodos**

Entre los métodos científicos utilizados destacan los siguientes:

- Histórico-lógico y dialéctico para el análisis crítico de trabajos asociados al uso de FCE y BP en la MPS.
- Inducción-deducción para la identificación de la problemática, así como sus variantes de solución.
- Análisis documental para la revisión de la literatura con el objetivo trazar la línea de investigación y definir las BP y recomendaciones en el entorno de la industria cubana del software.
- Encuesta para obtener el diagnóstico sobre el tratamiento de los FCE y las BP en la MPS, así como para conocer el nivel de satisfacción de los clientes con la propuesta mediante la aplicación de la técnica Iadov.
- Experimental para comprobar la utilidad de los resultados a partir de la implementación de la solución.
- Consulta a expertos para identificar BP y recomendaciones, y para validar los aportes de la investigación.
- Grupo focal para el análisis de campo de fuerzas en el desarrollo del diagnóstico y para la conceptualización de BP y recomendaciones.
- Iadov para evaluar y corroborar por expertos y potenciales usuarios, la factibilidad y pertinencia de la investigación.
- Métodos estadísticos para el análisis de las encuestas aplicadas a expertos y potenciales usuarios.

## **Resultados y discusión**

### **Diagnóstico para valorar el uso de FCE y BP**

Para el desarrollo de la investigación se realizó un diagnóstico que caracteriza la situación actual del uso de la información de los FCE y las BP con vista a la toma de decisiones en la MPS, en organizaciones tanto de desarrollo de software como de evaluación de calidad del software en el entorno nacional e internacional. Para ello se consultaron directivos y miembros de organizaciones, a través de una encuesta que permite identificar el grado de uso de la información de los FCE y las BP. Se combinaron las técnicas de grupo focal y análisis de campo de fuerzas, para identificar las fuerzas impulsoras y restringentes que inciden sobre la puesta en práctica de un modelo para la recomendación de escenarios que apoye la toma de decisiones en la MPS. Además, se realizaron entrevistas a miembros de organizaciones cubanas que poseen experiencias en proyectos MPS. En la encuesta aplicada se valoraron los siguientes indicadores:

- Si se usa la información de los FCE y las BP de la MPS.
- Grado de importancia del uso de los FCE y las BP para guiar los esfuerzos en la MPS.
- Grado de importancia del uso de BP en la mejora del estado frente a MPS.
- Grado de importancia del uso de la influencia de BP sobre medidas de FCE para la MPS.

Participó en la encuesta una representación de 33 organizaciones, 22 del entorno nacional y 11 del internacional. Las nacionales estuvieron representadas por: 13 centros de desarrollo de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), dos departamentos de CALISOFT, una división de Desoft S.A, dos organizaciones del MICOM, dos centros de la XETID y dos organizaciones del MININT. En el entorno internacional estuvieron representadas por: HASTQB (Bruselas), COALA Group (Perú), Software Testing Bureau (Uruguay), TSOFT (Venezuela), BELATRIX (Perú), Business Innovation (Bolivia), Planit (Australia), Choucair Testing (Panamá), BIT2BIT (Perú), ITW (México) y MDP (Perú).

La respuesta de los encuestados sobre si se usa la información de los FCE y las BP de la MPS, reflejó que solo el 24,24% hacía uso de la información y la empleaba para valorar su estado integral respecto a la MPS. El criterio de los encuestados sobre el grado de importancia del uso de los FCE y las BP para guiar los esfuerzos en la MPS, fue evaluado como Muy alto en el 87,88% y como Alto en el 12,12%. Sobre la importancia del uso de las BP en la mejora del estado de las organizaciones para enfrentar la MPS, fue evaluado por el 93,94% como Muy Alto y por el 6,06% como Medio. El grado de importancia del uso de la influencia de las BP sobre los FCE para la MPS, fue evaluado por el 87,88% como Muy Alta y por el 12,12% como Alta. Lo anterior refleja:

- Bajos índices de uso de FCE y BP de la MPS, así como el reconocimiento de la importancia de su uso para guiar los esfuerzos en la MPS.

- Reconocimiento de la importancia de emplear las BP en la mejora del estado de las organizaciones para enfrentar la MPS.
- Reconocimiento de la importancia de emplear la influencia de BP sobre FCE para la MPS.

Para identificar las fuerzas impulsoras y restringentes se emplearon las técnicas de grupo focal, análisis de campo de fuerzas y entrevistas a profundidad. El grupo focal se desarrolló en dos sesiones. En la primera se presentó una propuesta inicial de diagrama de campo de fuerza, sobre la cual se inició el debate. Entre una sesión y otra, se realizaron entrevistas a los participantes para fundamentar las fuerzas. Participaron dos especialistas de CALISOFT, tres miembros de centros de desarrollo de la UCI involucrados en la MPS y dos de la XETID. Se definieron fuerzas impulsoras y restringentes (ver figura 1) evidenciándose que el cambio es viable.

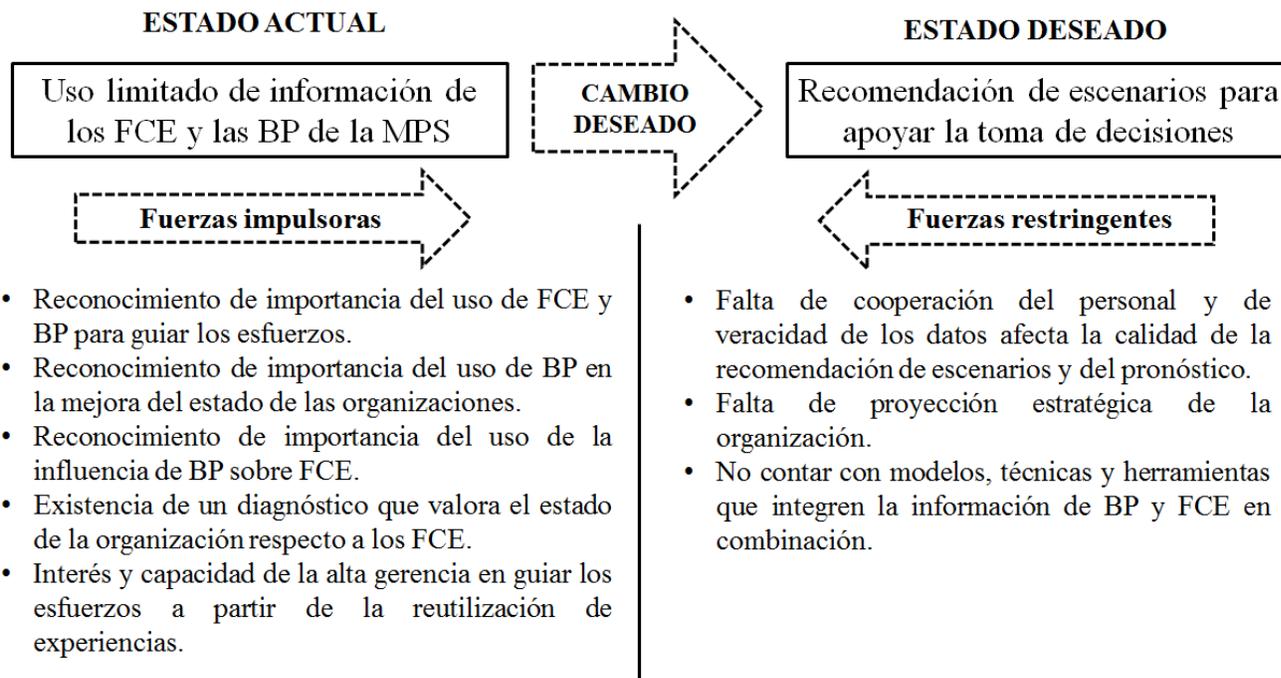


Figura 1: Diagrama de campo de fuerzas.

Los participantes reconocen la importancia de la MPS, de considerar el uso de FCE y BP. Se concluye que, a pesar de esta necesidad no constituye una práctica, debido fundamentalmente a la ausencia de modelos, técnicas y herramientas que integren la información de FCE y BP en combinación, para apoyar la toma de decisiones.

### Valoración de trabajos que abordan BP en MPS

Diversos estudios han identificado BP para la MPS (BADDOO and HALL 2002; BLANCO *et al.* 2011; CAPOTE *et al.* 2008; CONRADI *et al.* 2003; DEL VILLAR and MATA 2016; DYBA 2000; GONZALO *et al.* 2010; JALOTE 2002; MAS and AMENGUAL 2005; NIAZI *et al.* 2006; 2005b; PANTOJA *et al.* 2013; PINO *et al.* 2006; SANTOS *et al.* 2007; YÉPEZ VARGAS *et al.* 2013), asociadas a la influencia del personal, la influencia de la alta gerencia, y las características de la organización. La lista de BP se desarrolla a partir de varios métodos científicos empleados en los artículos analizados (ver tabla 1).

**Tabla 1: Métodos científicos para identificar las Buenas Prácticas.**

Métodos	Muestra	Artículo
Entrevistas, observación, revisión bibliográfica	Organizaciones de Australia y multinacionales	(NIAZI <i>et al.</i> 2006)
Entrevistas, observación	Organizaciones de Iberoamérica	(GONZALO <i>et al.</i> 2010)
Entrevistas, revisión bibliográfica y estudio de casos	Ocho organizaciones mexicanas	(DEL VILLAR and MATA 2016)
Observación, entrevistas	Cinco organizaciones de Brasil	(SANTOS <i>et al.</i> 2007)
Observación y estudio de casos	Organizaciones de la India, México y E.E.U.U.	(JALOTE 2002)
Observación	Dos proyectos de MPS en Noruega	(CONRADI <i>et al.</i> 2003)
Entrevistas y revisión bibliográfica	23 expertos de Canadá y 50 artículos de experiencias de organizaciones de Australia y multinacionales	(NIAZI <i>et al.</i> 2005b)
Entrevistas y estudio de casos	Organizaciones iberoamericanas	(CAPOTE <i>et al.</i> 2008)
Revisión bibliográfica	120 organizaciones de Japón, E.E.U.U, Europa	(DYBA 2000)
Revisión bibliográfica	13 organizaciones del Reino Unido	(BADDOO and HALL 2002)
Revisión bibliográfica, observación y estudio de casos	Ocho organizaciones de España	(MAS and AMENGUAL 2005)
Revisión bibliográfica y casos de estudio	45 organizaciones	(PINO <i>et al.</i> 2006)
Revisión bibliográfica	Siete artículos sobre entornos colaborativos para MPS	(PANTOJA <i>et al.</i> 2013)
Observación y encuestas	Una organización de Venezuela	(YÉPEZ VARGAS <i>et al.</i> 2013)
Observación y revisión bibliográfica	Organizaciones de Cuba	(BLANCO <i>et al.</i> 2011)

Del análisis desarrollado para identificar las BP que inciden positivamente en el comportamiento de los FCE para la MPS, se percibe diversidad en la literatura sobre las BP y la falta de correspondencia entre las investigaciones

analizadas. La documentación se encuentra dispersa, las BP en algunos casos están generalizadas y en otros, muy contextualizadas. Se reconoce la necesidad de aplicar BP con vista a una ejecución exitosa de los proyectos de mejora. Sin embargo, de las investigaciones consultadas solo tres abordan la influencia de las BP en el comportamiento de los FCE (CLARKE and O'CONNOR 2010; NIAZI *et al.* 2005a; 2005b; TRUJILLO CASAÑOLA 2014). Clarke y O'Connor (CLARKE and O'CONNOR 2010) proponen un método para examinar la incorporación de BP en la MPS. Niazi, Wilson y Zowghi (NIAZI *et al.* 2005a; 2005b) proponen un modelo de valoración durante la MPS centrado en el nivel de implantación de las BP, afirman que su ejecución eleva la posibilidad del éxito y consideran la existencia de la relación entre BP y FCE, de manera que se evalúa hasta qué punto el FCE se ha implementado en la práctica. Trujillo (TRUJILLO C. *et al.* 2013; TRUJILLO CASAÑOLA 2014; TRUJILLO *et al.* 2014) evalúa el estado integral de la organización previo a la inversión en la MPS y consideran la propuesta de mejoras, sobre la base del comportamiento de los FCE.

Estas investigaciones aportan elementos importantes, asociados fundamentalmente al reconocimiento de incorporar BP para influir positivamente en el comportamiento de los FCE y, por ende, contribuir al éxito en los proyectos MPS. Sin embargo, aún persisten insuficiencias que afectan el uso de esta relación:

- El tratamiento de las BP solo es abordado por Niazi y Trujillo, pero de manera dispersa.
- Los FCE son abordados en todas las investigaciones estudiadas; sin embargo, Niazi y Clarke lo realizan de un modo disperso y Trujillo lo hace acorde al contexto.
- Respecto a las dependencias entre BP y FCE, son tratadas por Niazi y Trujillo, pero sin detallarse cuáles son las relaciones específicamente.
- La reutilización de experiencias es tratada solo por Trujillo, pero en base a los FCE y sin considerar la influencia de las BP ni su tratamiento en combinación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera necesario extender el tratamiento de las BP y FCE. Además, es necesario considerar la influencia en combinación de BP sobre FCE.

### **BP para el tratamiento de FCE**

Para determinar las BP en la MPS, se aplicaron como métodos científicos la revisión sistemática a la bibliografía, el método Delphi y el grupo focal. Para aplicar Delphi y grupo focal es necesaria la identificación de expertos en la MPS. Para la selección de los expertos, se revisó la síntesis curricular de candidatos, seleccionándose 15 expertos. Las características de este grupo avalan su calidad para la investigación:

- El 86,67% proviene de la industria cubana del software.
- Han desempeñado roles tales como: consultor en la MPS, evaluador de proceso o de adherencia a procesos, directivos y miembros de organizaciones que desarrollaron MPS y coordinadores de MPS.
- El 86,67% ha trabajado en la MPS en más de tres organizaciones.
- El 80,00% intervino en el proyecto MPS que permitió la evaluación de CMMI nivel 2 de madurez a la actividad de producción de software de la UCI.
- El 100% ha publicado al menos un artículo sobre su experiencia en la MPS.

Para la identificar las BP y recomendaciones, se aplicaron los métodos revisión bibliográfica, Delphi en dos rondas y grupo focal.

### 1. Identificación de BP (análisis bibliográfico)

Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura publicada en los últimos 20 años sobre los FCE en la MPS y BP para su aplicación. Se identificaron 77 publicaciones en el período, de las cuales 22 se consideraron relevantes atendiendo el tratamiento de los FCE y las BP en la MPS, de ellas 15 hacen alusión al uso de BP para disminuir la influencia de los FCE en la MPS. Las investigaciones se desarrollan en diversos entornos: Australia, México, Brasil, India, E.E.U.U., Noruega, Canadá, Japón, países del Reino Unido, España, Venezuela, Cuba, Iberoamérica y otras organizaciones multinacionales. Del análisis se identificaron 62 BP, de ellas 40 quedaron por debajo del umbral definido para la frecuencia de un 20%. Considerándose la dispersión de las BP en la literatura y al no existir precedentes en Cuba, se determinó someterlas todas a la primera ronda de expertos.

### 2. Identificación de BP (Delphi ronda 1)

Se realizó la primera ronda de Delphi para adaptar las BP al contexto cubano. La encuesta aplicada fue abierta en su primera ronda para obtener un criterio más abarcador. Durante el procesamiento, se observó correspondencia entre la votación de los expertos y el análisis bibliográfico. Algunas de las BP con menor frecuencia en la bibliografía, recibieron una alta frecuencia con los expertos, lo cual corrobora la necesidad de ser consideradas en próximas iteraciones, ya sea en el grupo focal como en la segunda ronda de Delphi. Además, los expertos propusieron BP en la pregunta abierta, no identificadas en la literatura.

### 3. Identificación de BP y recomendaciones (grupo focal exploratorio)

Se conformaron dos equipos y se realizaron dos sesiones de trabajo. En la primera sesión se presentaron las BP con sus frecuencias, así como la propuesta de conceptualización de las BP extraídas de la bibliografía y las propuestas por los expertos. Cada grupo refinó las BP y propuso recomendaciones para viabilizar su ejecución. En la segunda sesión, se reunieron los dos grupos para consensuar los elementos propuestos individualmente.

#### 4. Identificación de BP y recomendaciones (Delphi ronda 2)

A partir de los pasos anteriores, se aplicó la segunda ronda de expertos con conceptualización de las BP y propuesta de recomendaciones. Se evidenció mayor nivel de consenso que en la primera ronda y una mayor aceptación respecto a la propuesta de BP. Los expertos valoraron el uso de las recomendaciones para la ejecución de las BP, observándose una alta concordancia con las propuestas emitidas en el grupo focal (por encima del 70%). Del análisis anterior se definieron 49 BP y 127 recomendaciones que permiten guiar los esfuerzos hacia el cómo ejecutar las BP.

### **Reglas de asociación para la identificación de dependencias entre BP y medidas de FCE**

Para la determinación de las asociaciones entre BP y medidas de los FCE, se aplican las reglas de asociación, por sus potencialidades para identificar relaciones en combinación, así como el tratamiento de variables tanto métricas como no métricas. Las reglas de asociación se representan como: siendo  $X$  y  $Y$  conjuntos de elementos,  $X \rightarrow Y$ , donde “ $x$ ” es una BP y “ $y$ ” una medida de FCE. Ejemplo:  $\{BP1, BP2\} \rightarrow \{M1, M2, M3\}$ .

#### Pasos para la identificación de reglas de asociación entre BP y medidas de FCE

**Paso 1.** Transformación del conocimiento en transacciones: se realiza una búsqueda en la base de experiencias, de todas las medidas de FCE donde se evidenciaron mejoras del estado inicial al escenario de mejora alcanzado, así como las BP aplicadas por la organización para conducir el cambio. La información recuperada se almacena como transacciones en un listado temporal para su procesamiento. Cada transacción se representa por un conjunto de elementos que responde a las BP y medidas recuperadas en la búsqueda.

$T$  es un conjunto de transacciones donde:  $T = BP \cup M$ .

$$T = \{BP; M: bp_1, bp_2, \dots, bp_n, m_1, m_2, \dots, m_m\}$$

**Paso 2.** Cálculo de índices de soporte: se calculan los índices de soporte para todos los conjuntos de elementos presentes en las transacciones. El índice de soporte se determina con la ecuación 1. Siendo la regla  $X \rightarrow Y$ , donde  $X \subset BP$  y  $Y \subset M$ , el soporte de la regla se calcula como:

$$Sop(X \rightarrow Y) = \frac{N_t(XY)}{T_t} \quad (1)$$

Donde:

$Sop(X \rightarrow Y)$  es el soporte de la regla  $X \rightarrow Y$ .

$N_t(XY)$  es la cantidad de transacciones que contienen elementos de  $X$  y  $Y$  del total de transacciones de  $T$ .

$T_t$  es el total de transacciones de  $T$ .

**Paso 3.** Identificación de conjuntos de elementos frecuentes: un conjunto de elementos frecuentes es aquel con soporte igual o superior al umbral establecido. Para la investigación el umbral del índice de soporte definido es 0,75. Se identifican todos los conjuntos de elementos frecuentes.

**Paso 4.** Generación de reglas candidatas: a partir de los elementos frecuentes, se generan las combinaciones de reglas candidatas aplicando el algoritmo *Apriori* (GANG *et al.* 2009; LIN 2014; PRADHAN *et al.* 2014; SINGH *et al.* 2013; YABING 2013) para reducir el número de candidatas.

**Paso 5.** Cálculo de índices de confianza: el índice de confianza se determina a partir de la ecuación 2. Siendo la regla  $X \rightarrow Y$ , donde  $X \subset BP$  y  $Y \subset M$ , el índice de confianza se calcula:

$$Conf(X \rightarrow Y) = \frac{N_t(XY)}{N_t(X)} \quad (2)$$

Donde:

$Conf(X \rightarrow Y)$  es la confianza de la regla  $X \rightarrow Y$ .

$N_t(XY)$  es la cantidad de transacciones que contienen los elementos de  $X$  y  $Y$  del total de transacciones de  $T$ .

$N_t(X)$  es la cantidad de transacciones que contienen elementos de  $X$  del total de transacciones de  $T$ .

**Paso 6.** Obtención de reglas de asociación: se obtienen a partir de las reglas candidatas identificadas en el paso anterior. Se desechan las reglas con índice de confianza menor que el umbral definido (0,75).

Una vez generadas las reglas, se brinda la información de qué medidas de FCE pueden ser favorecidas por qué BP. De esta manera, la organización a partir de las BP que puede aplicar, obtiene una guía para la aplicación de

recomendaciones sobre cómo ejecutar las BP y de esta manera incidir positivamente en el comportamiento de los factores críticos para el éxito en la MPS.

### **Validación de la solución**

El proceso de validación de la investigación se concibió mediante consulta a expertos, cuasiexperimento y técnica de Iadov.

#### Valoración de contribución de la solución en el uso de FCE y BP

Se aplicaron los métodos Delphi y la encuesta para el criterio de los expertos. Participaron 35 expertos con al menos 10 años de experiencia en la industria del software y cinco en proyectos MPS. Se pudo constatar que en todas las categorías destacan las evaluaciones de Muy Alta o Alta, para una concordancia por encima del 85%, lo cual se considera satisfactorio. En ninguna de las evaluaciones se emitieron votos en escalas de Baja o Ninguna.

#### Efecto de implementación de la solución para apoyar la toma de decisiones

Se realizó un diseño cuasiexperimental con series cronológicas múltiples. Se aplicaron dos prepruebas y dos postpruebas con grupo de control en 12 centros de desarrollo de la UCI, con grados de manipulación (con y sin estímulo). Para comprobar la heterogeneidad de dos muestras independientes no paramétricas, se empleó al Test de U de Mann Whitney (MACFARLAND and YATES 2016).

- Preprueba 1: se aplicó el diagnóstico inicial para identificar el estado inicial y se identificó que las BP a aplicar por los centros en el grupo de control oscilaron entre 6 y 12 BP, mientras que en el experimental entre 2 y 12 BP. Las recomendaciones para alcanzar escenarios de mejora mínimos oscilaron entre 10 y 51 en el grupo de control y entre 10 y 45 en el experimental. No se mostraron diferencias significativas.
- Preprueba 2: a los cinco días de aplicado el diagnóstico, se analizaron los Planes de Mejora de los centros. En el grupo de control, los valores de la razón entre las acciones de mejora asociadas a las BP y las recomendaciones propuestas para el escenario mínimo, oscilaron entre 0,10 y 0,65 y en el experimental entre 0,10 y 0,22. No existieron diferencias significativas (nivel de significación de 0,065).
- Postprueba 1: se presentaron a los centros del grupo experimental, las propuestas de recomendaciones a aplicar atendiendo a las BP que puede ejecutar cada centro y transcurridos 15 días, ya habían incorporado las recomendaciones propuestas en su Plan de Mejoras, lo cual no ocurrió así en el grupo de control. Se identificaron diferencias significativas entre los grupos (nivel de significación de 0,003).

- Postprueba 2: aplicado el estímulo y habiendo finalizado la implantación del paquete de mejoras, se observó que: la razón entre medidas de FCE mejoradas en el estado alcanzado y medidas que debían ser potenciadas según la asociación entre BP y medidas de los FCE, en el grupo de control osciló entre 0,14 y 0,31 y en el experimental entre 0,87 y 1,00. Se identificaron diferencias significativas (nivel de significación de 0,004).

### Aplicabilidad de la solución en entornos reales y satisfacción de los clientes

Se encuestaron seis asesores de calidad y siete de directivos de centros de desarrollo que participaron en el cuasiexperimento. Las variables evaluadas fueron satisfacción del cliente, aplicabilidad y utilidad, mediante la técnica Iadov. Se obtuvo un índice de satisfacción grupal de 0,92, lo cual se traduce en una clara satisfacción con la propuesta. En el criterio respecto a la utilidad, hubo una concordancia de un 84,62% con la calificación “Excelente”. Respecto a la aplicabilidad en entornos reales, existió una concordancia de un 92,31% con la calificación “Excelente”. En cuanto a su contribución a la toma de decisiones al inicio de la MPS, el 92,31% calificó la solución como “Excelente”. El resto de las calificaciones en todas las categorías fue de “Bueno”.

## **Conclusiones**

Como resultados de la investigación se tienen:

1. La información asociada a los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, resulta relevante para apoyar la toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software, sin embargo, no se realiza un análisis de su influencia en combinación para guiar los esfuerzos hacia el éxito en la MPS.
2. Las Buenas Prácticas y recomendaciones identificadas para la industria cubana del software, brindan el marco adecuado para orientar la implementación de acciones hacia escenarios superiores en la MPS.
3. El uso de reglas de asociación, favorece el tratamiento en combinación de BP y FCE para el establecimiento de relaciones de dependencias que permitan guiar los esfuerzos de mejora.

Los resultados de la validación de la solución, corroboran que su aplicación contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS, mediante el tratamiento en combinación de los FCE y las BP. Ello se evidencia en una alta satisfacción de los clientes con la solución, en los criterios positivos emitidos por los expertos sobre la contribución y el efecto de implementación de la propuesta.

## Referencias

- BADDOO, N. and T. HALL Motivators of Software Process Improvement: an analysis of practitioners' views *Journal of Systems and Software*, 2002, 62(2): 85-96.
- BLANCO, K. R.; A. S. BATISTA; D. P. MONTALVÁN; D. N. AGÜERO; A. F. ESTRADA; R. D. MARTÍNEZ and M. M. ROJA Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2011, 5(2).
- BOAS, G. V.; A. R. C. DA ROCHA and M. P. DO AMARAL. *An approach to implement software process improvement in small and mid sized organizations*. Conference on Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International, IEEE, 2010. 447-452 p. 1424485398
- CAPOTE, J.; C. J. LLANTÉN; C. PARDO; A. J. GONZÁLEZ and C. A. COLLAZOS Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas *Ingeniería e investigación*, 2008, 28(1): 137-145.
- CLARKE, P. and R. O'CONNOR. *Harnessing ISO/IEC 12207 to Examine the Extent of SPI Activity in an Organisation*. European Conference on Software Process Improvement, Springer, 2010. 25-36 p.
- CONRADI, R.; T. DYBÅ; D. I. SJØBERG and T. ULSUND. *Lessons learned and recommendations from two large norwegian SPI programmes*. European Workshop on Software Process Technology, Springer, 2003. 32-45 p.
- DEL VILLAR, B. L. D. and M. A. M. MATA Selección de estrategias para la implementación de Mejoras de Procesos Software *ReCIBE*, 2016, 2(3).
- DYBA, T. An instrument for measuring the key factors of success in software process improvement *Empirical software engineering*, 2000, 5(4): 357-390.
- FERNÁNDEZ DÍAZ, H.; N. MILÁN CRISTO; A. M. GARCIA RODRÍGUEZ and Y. TRUJILLO CASAÑOLA. *Bases teóricas para un procedimiento que evalúe cuantitativamente la influencia de los Factores Críticos de Éxito en la Mejora de Procesos*. *Informática 2016. VII Taller Internacional de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. La Habana, XVI Convención y Feria Internacional INFORMÁTICA 2016, 2016.
- FORRADELLAS, P.; G. PANTALEO and J. ROGERS. *El modelo CMM/CMMI - Cómo garantizar el éxito del proceso de mejoras en las organizaciones, superando los conflictos y tensiones generados por su implementación*. Universidad CAECE, Av. de Mayo 866, Capítulo Argentino de la IEEE COMPUTER SOCIETY e it-Mentor, 2005. 21.
- GANG, Y.; Z. HONG; W. LEI and L. YING. *An implementation of improved apriori algorithm*. 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2009. 1565-1569 p. 2160-133X

- GONZALO, C.; M. JEZREEL; M. MIRNA and S. F. TOMÁS Experiencia en la mejora de procesos de gestión de proyectos utilizando un entorno de referencia multimodelo *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2010, (6): 87-100.
- JALOTE, P. *Lessons learned in framework-based software process improvement*. Software Engineering Conference, 2002. Ninth Asia-Pacific, IEEE, 2002. 261-265 p. 0769518508
- LIN, X. *Mr-apriori: Association rules algorithm based on mapreduce*. Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2014 5th IEEE International, IEEE, 2014. 141-144 p. 1479932795
- MACFARLAND, T. W. and J. M. YATES. Mann–Whitney U Test. en: *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*. Springer, 2016. 103-132.p.
- MAS, A. and E. AMENGUAL La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (pyme). Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 2005, 1(2): 7-29.
- NIAZI, M.; M. A. BABAR and J. M. VERNER Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison *Information and Software Technology*, 2010, 52(11): 1204-1216.
- NIAZI, M.; D. WILSON and D. ZOWGHI Critical success factors for software process improvement implementation: an empirical study *Software Process: Improvement and Practice*, 2006, 11(2): 193-211.
- NIAZI, M.; D. WILSON and D. ZOWGHI A framework for assisting the design of effective software process improvement implementation strategies *Journal of Systems and Software*, 2005a, 78(2): 204-222.
- NIAZI, M.; D. WILSON and D. ZOWGHI A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study *J. Syst. Softw.*, 2005b, 74(2): 155-172.
- PANTOJA, W. L.; C. A. COLLAZOS and V. M. PENICHER ENTORNO COLABORATIVO DE APOYO A LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE EN PEQUEÑAS ORGANIZACIONES DE SOFTWARE *Dyna*, 2013, 80(177): 40.
- PINO, F.; F. GARCÍA and M. PIATTINI Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 2006, 2(1): 6-23.
- PRADHAN, T.; S. R. MISHRA and V. K. JAIN. *An effective way to achieve excellence in research based learning using association rules*. International Conference on Data Mining and Intelligent Computing (ICDMIC), 2014. 1-4 p.
- SANTOS, G.; M. KALINOWSKI; A. R. ROCHA; G. H. TRAVASSOS; K. C. WEBER and J. A. ANTONIONI. *MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry*.

*Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology*, IEEE Computer Society, 2010. 412-417.

SANTOS, G.; M. MONTONI; J. VASCONCELLOS; S. FIGUEIREDO; R. CABRAL; C. CERDEIRAL; A. E. KATSURAYAMA; P. LUPO; D. ZANETTI and A. R. ROCHA. *Implementing software process improvement initiatives in small and medium-size enterprises in Brazil*. Conference on the Quality of Information and Communications Technology, 2007. QUATIC 2007. 6th International IEEE, 2007. 187-198 p. 0769529488

SINGH, J.; H. RAM and D. J. SODHI Improving efficiency of apriori algorithm using transaction reduction *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2013, 3(1): 1-4.

TRUJILLO C., Y.; A. FEBLES E.; G. LEÓN; Y. BETANCOURT; O. ENAMORADO; Y. SÁNCHEZ; Y. RODRÍGUEZ and L. TAMAYO. *Modelo para valorar las organizaciones previo a la mejora de procesos de software*. VI Taller de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. La Habana, Informática 2013, 2013. 2-10.

TRUJILLO CASAÑOLA, Y. *Modelo para Valorar las Organizaciones Desarrolladoras de Software al Iniciar la Mejora de Procesos*. Dirección de Calidad de Software. La Habana, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014. 210. p.

TRUJILLO, Y.; A. FEBLES; G. LEÓN; Y. BETANCOURT; O. ENAMORADO and Y. SANCHEZ Diagnóstico al iniciar la mejora de proceso de software *Ingeniería Industrial*, 2014, XXXV(2): 172-183.

YABING, J. Research of an improved apriori algorithm in data mining association rules *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 2013, 2(1): 25.

YÉPEZ VARGAS, W.; C. PRIMERA LEAL and M. TORRES SAMUEL MEJORAS AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE USANDO EL MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD INTEGRADO (CMMI) *Compendium*, 2013, 16(30).