

# Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios en la MPS

## *Knowledge management strategy for the recommendation of scenarios in SPI*

Ana Marys Garcia Rodriguez  
 Lizandra Arza Perez  
 Yaimf Trujillo Casafiola  
 Juan Pedro Febles Rodriguez

La Mejora de Procesos de Software contribuye a elevar la madurez estratégica de las organizaciones, sin embargo, estudios realizados evidencian que existe un gran número de fracasos por parte de aquellas que se inician en programas de mejora. Varias investigaciones, asocian este resultado a que no se tiene en consideración el estado integral de las organizaciones respecto a su ámbito socio-cultural; por ello definen Factores Críticos de Éxito que inciden en el resultado del programa de mejora y buenas prácticas que guían el comportamiento de dichos factores. Aún persisten insuficiencias para guiar los esfuerzos de las organizaciones hacia mejores resultados, debido en parte, a que no se reutiliza el conocimiento adquirido en torno al comportamiento de los factores. Se obstaculiza así, la emisión de pronósticos de éxito más certeros y la propuesta de escenarios que reflejen una mejora respecto al estado inicial de las organizaciones para enfrentar los programas de mejora. La presente investigación tiene como objetivo el desarrollo de una estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios en la Mejora de Procesos de Software, tomando como referencia los Factores Críticos de Éxito y las buenas prácticas que se pueden aplicar en las organizaciones. Se diseña como soporte tecnológico un sistema, que a partir de la reutilización del conocimiento y basado en técnicas de inteligencia artificial, propone como apoyo a la toma de decisiones, escenarios de mejora a alcanzar por las organizaciones y sus pronósticos de éxito, previo a la inversión en la Mejora de Procesos de Software.

**Palabras clave:** buenas prácticas, escenarios de mejora, factores críticos de éxito, mejora de procesos de software, pronóstico de éxito, toma de decisiones.

### RESUMEN

### ABSTRACT

*Software Processes Improvement helps to raise the strategic maturity of organizations, however, studies show that there is a large number of failures by those who start improvement programs. Several research associate this result to not take into consideration the overall status of organizations regarding their socio-cultural environment; therefore they define Critical Success Factors that affect the result of the improvement program and good practices that guide the behavior of these factors. There are still insufficiencies to guide the organizations efforts towards better results, due in part to the knowledge acquired about the behavior of the factors is not reused. In this way, the emission of more accurate success forecasts and the proposed scenarios reflecting an improvement over the organizations initial state to deal with improvement programs, is hindered. This research aims to develop a knowledge management strategy for recommending scenarios in Software Process Improvement, with reference to the critical success factors and good practices that organizations can apply. It is designed as technological support, a system which from knowledge reuse and based on artificial intelligence techniques, proposes improvement scenarios to achieve by the organizations and their success forecasts, before investment in Software Process Improvement to support decision making.*

**Keywords:** good practices, improvement scenarios, Critical Success Factors, Software Process Improvement, forecast success, decision making.

## Introducción

La Mejora de Procesos de Software (MPS) reviste vital importancia con la introducción de buenas prácticas para mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos. Muchas organizaciones han optado por la aplicación de modelos en función de la MPS; sin embargo algunos estudios (Allison, 2010; Boas, da Rocha, & Pecegueiro do Amaral, 2010; Cattaneo, Fuggetta, & Sciuto, 2001; Dounos & Bohoris, 2010; Laporte & Trudel, 1998; Moitra, 1998; Ngwenyama, 2003; Stelzer & Mellis, 1999) señalan que los modelos son muy restringidos y no contemplan los aspectos sociales de las organizaciones. Se refleja un gran número de fracasos en la MPS, observándose un ascenso de hasta un 70% (Forradellas, Pantaleo, & Rogers, 2005; Ngwenyama, 2003; Trujillo Casafiola et al., 2013), a partir de ello varios autores definen factores que influyen en el éxito de la MPS, a partir de: literatura consultada (Dounos & Bohoris, 2010), entrevistas y encuestas a consultores de MPS (M. Montoni & Rocha, 2007), experiencias acumuladas (Boas, et al., 2010; Santos et al., 2010), estudio de casos (Allison, 2010) y diagnósticos para la MPS (Trujillo et al., 2014). El análisis de los Factores Críticos de Éxito (FCE) y las medidas bases que lo componen, permite inferir que su uso en función de los contextos contribuye al éxito en la MPS (Dounos & Bohoris, 2010; M. A. Montoni & Rocha, 2010).

A pesar de los avances visualizados en investigaciones (García, 2016; Niazi, Babar, & Verner, 2010; Niazi, Wilson, & Zowghi, 2006; Trujillo Casañola, et al., 2013) sobre el tratamiento de los FCE para valorar el estado de las organizaciones frente a la MPS, persisten insuficiencias que se asocian a la reutilización del conocimiento para emitir pronósticos más certeros y proponer escenarios a las organizaciones que reflejen una mejora respecto a su estado inicial para enfrentar la MPS. No se analiza la influencia de las buenas prácticas en el comportamiento de los FCE. Además, los pesos asignados a los FCE no son reajustables y su relevancia varía de acuerdo al contexto de las organizaciones. Lo anteriormente expresado conduce a un análisis de la teoría de la complejidad para lograr una auto-organización que guíe a la co-evolución de las organizaciones a partir de sus

capacidades de adaptación y aprendizaje. Resulta engorroso el procesamiento de la información cuando incide un gran cúmulo de elementos sobre la evaluación de una organización, por ello es esencial la aplicación de técnicas de inteligencia artificial que transformen la información resultante de las experiencias, en conocimiento útil para la toma de decisiones respecto a la inserción en la MPS.

## Desarrollo

Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios en la MPS.

La estrategia de gestión del conocimiento propuesta consta dos momentos a analizar,

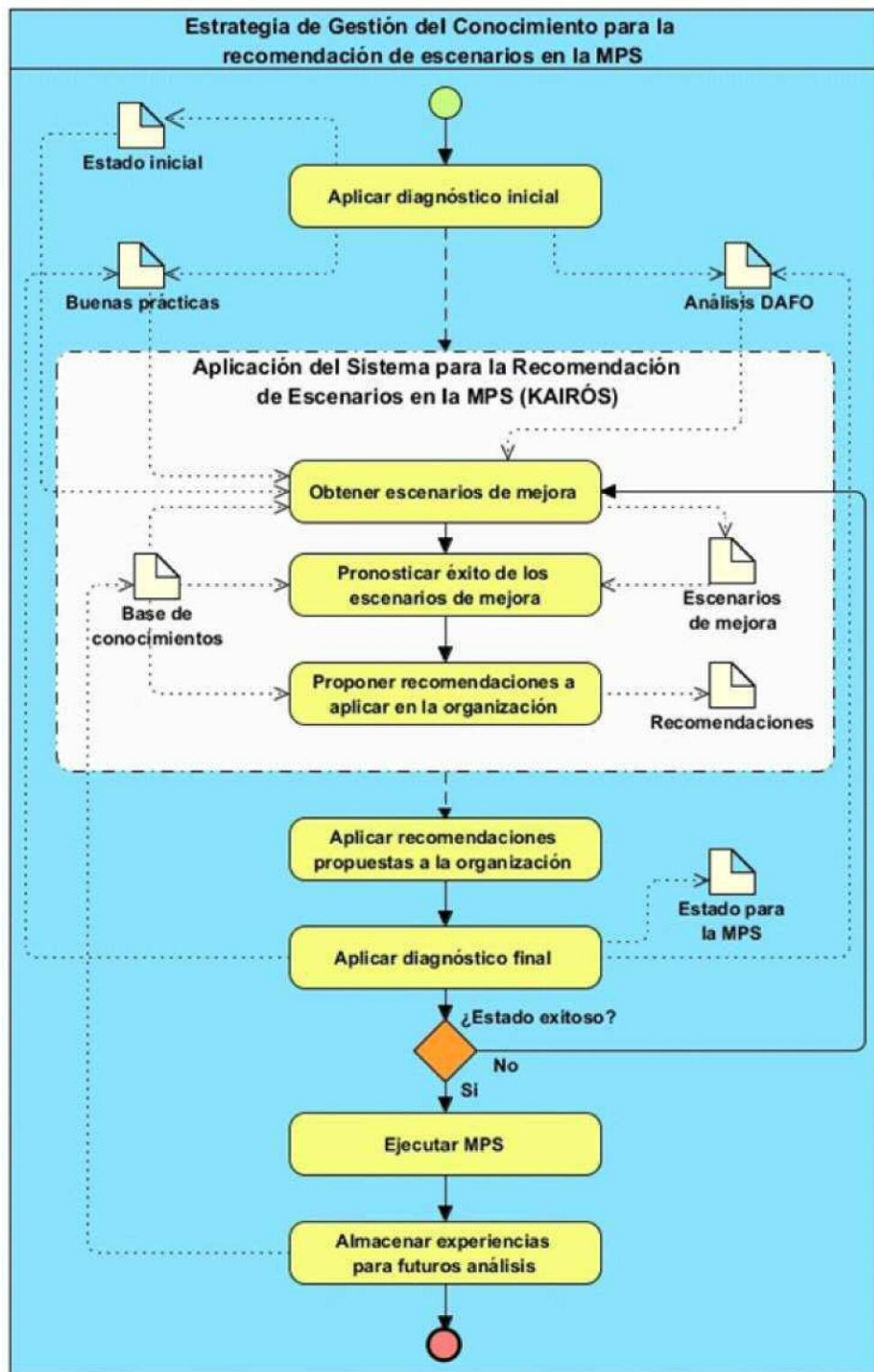


Figura 1. Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios en la MPS (Elaboración propia)

Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios en la MPS

el estado inicial de la organización para enfrentar la MPS y el escenario de mejora que puede alcanzar. En función de ello se trazan acciones que mediante la gestión del conocimiento viabilizan el tránsito (Ver Figura 1).

A continuación se describen las actividades que componen a la estrategia propuesta:

Aplicar diagnóstico inicial

Se identifica el estado de la organización para enfrentar la MPS. Se obtienen como resultados: las buenas prácticas que puede aplicar la organización para mejorar su estado inicial y un análisis DAFO como base para la guía de los esfuerzos de la organización

- Debilidades: medidas bases de los FCE cuyos valores reflejan comportamiento desfavorable (menos de 3,0).

- Amenazas: lecciones aprendidas que derivan en experiencias negativas a evitar o mitigar.

- Fortalezas: medidas bases de los FCE cuyos valores reflejan comportamiento favorable (más de 3,0).

- Oportunidades: lecciones aprendidas que derivan en buenas prácticas a aplicar para mejorar estado inicial.

Durante esta actividad se realiza un proceso de exteriorización mediante la transformación del conocimiento tácito de las personas de la organización involucradas en el diagnóstico, a un conocimiento explícito que sirve como base para la propuesta de mejoras. Además, constituye relevante el empaquetamiento del conocimiento para la generalización de buenas prácticas como entrada principal del aprendizaje organizacional.

Obtener escenarios de mejora

Esta actividad se realiza con el apoyo del sistema KAIROS, que implementa un algoritmo genético donde a partir del estado inicial de la organización y de las buenas prácticas que puede aplicar, obtiene escenarios de mejora mediante un proceso de optimización (Ver Figura 2). En la optimización predomina el proceso de combinación, a partir de conocimiento explícito (estado inicial, buenas prácticas y base de conocimientos) se genera nuevo

conocimiento explícito (escenarios de mejora en laMPS).

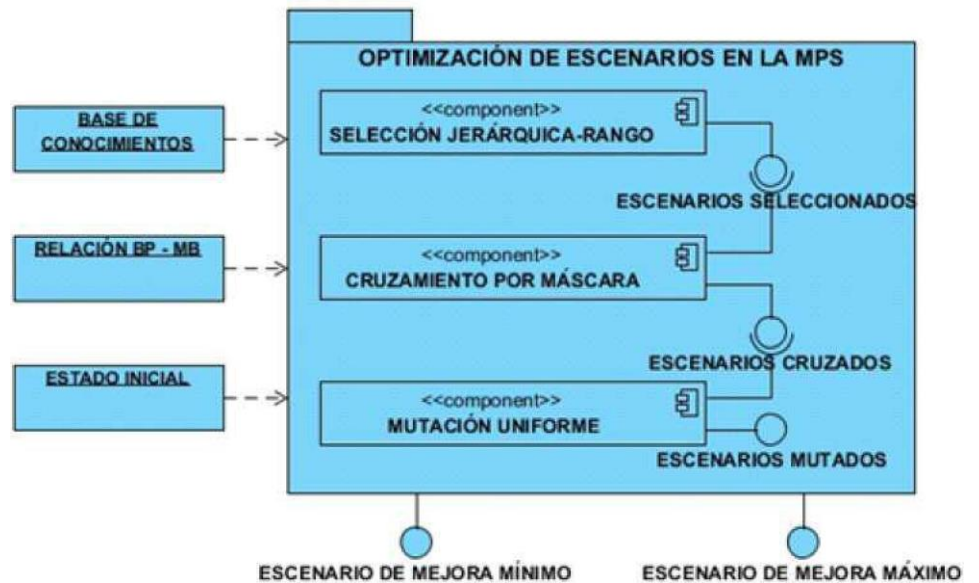


Figura 2 Componente Optimización de escenarios en la MPS (Elaboración propia)

Selección de escenarios: constituye la población inicial, el conjunto de escenarios almacenados en la base de conocimientos.

Se evalúa la muestra de población con la función objetivo (Ver ecuación 1).

(1)

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n fa(i) \cdot gm(i)}{n}$$

Donde:

$f$  es la función objetivo o de evaluación.  
 $n$  es la cantidad de medidas (genes) del escenario (cromosoma).

$f(i)$  es la función de aptitud para la medida (gen)  $i$  y se determina mediante la ecuación 2.

Donde:

Para  $m(i) \in M$  (2)

$$fa(i) = 1, si m_i > m_{in}$$

$$fa(i) = 0, si m_i < m_{in}$$

$$fa(i) = 0.5, si m_i = m_{in}$$

Para  $m_i \notin M$  (2)

$$fa(i) = 1, si \delta(m_i, m_{in}) = 0$$

$$fa(i) = 0, si \delta(m_i, m_{in}) = 1$$

$m_i$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del escenario (cromosoma) a analizar.  $M$  es el conjunto de medidas asociadas a las buenas prácticas seleccionadas (se obtiene del análisis de correlación entre las buenas prácticas y las medidas que componen a los FCE).

$m_{in}$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del estado (cromosoma) inicial.  
 $\delta(m_i, m_{in})$  es la distancia existente entre el valor de  $m_i$  y  $m_{in}$ .  
 $gm(i)$  es el grado de mejora para la medida (gen)  $i$  y se determina mediante la ecuación 3.

$$gm(i) = 1 - |md_i - m_i| \quad (3)$$

Donde:  $md_i$

es el valor de mejora deseado para (se  $m_i$  obtiene del análisis de correlación entre buenas prácticas y las medidas que componen a los FCE).

Evalutados los escenarios, se realiza un ordenamiento jerárquico descendente, atendiendo a la función objetivo y se seleccionan los primeros escenarios, determinados por la técnica de muestreo probabilístico.

Cruzamiento de escenarios: posteriormente se cruza el estado inicial con los escenarios seleccionados aplicando cruzamiento uniforme por máscara binaria. Para lograr esto, se genera la máscara de cruzamiento, potenciando (con valor 1) las medidas que están sujetas a mejoras producto a las buenas prácticas a aplicar.

Mutación de escenarios: luego de cruzar los escenarios, se mutan algunas de las medidas que componen al escenario tratando de mutar (en incremento) de manera aleatoria las medidas asociadas a las buenas prácticas que puede aplicar la organización. Se incrementa la población con los escenarios

seleccionados y mutados y vuelven entonces a ejecutarse la Selección de escenarios. La condición de parada radica en que la población obtenida comprende los escenarios de mejora máximo y mínimo en la lista ordenada con valores de la función objetivo superior a 0,75 y se muestran los escenarios de mejora resultantes.

Pronosticar éxito de los escenarios los de mejora

Para el pronóstico de éxito de los escenarios optimizados, se hace uso también del sistema KAIROS, que implementa una Red Neuronal Artificial (RNA) evolutiva basada en la ejecución de algoritmos genéticos (Ver Figura 3), constituyen patrones de entrada las medidas que componen los FCE. La capa de salida responde al éxito o fracaso en la MPS.

Disfleo de la arquitectura de la RNA: para la evolución de la topología de la red se hace uso de algoritmos genéticos. Se realiza una codificación real mediante la generación de semillas en una matriz que representa las conexiones entre las neuronas de la capa de entrada y las neuronas de la capa de salida, y a su vez la conexión de las neuronas de la capa oculta hacia la capa de salida. Las

semillas son replicadas resultando en una configuración inicial, que es sometida a mecanismos de crecimiento, poda y a un posterior cruzamiento de semillas a fin de obtener una configuración final de la RNA. La configuración final es decodificada y constituye entrada al entrenamiento de la RNA.

Entrenamiento de la RNA: este consiste en lograr un reajuste de los pesos de las conexiones establecidas durante el disfleo de la arquitectura de RNA, logrando la mejor variante de pesos a partir del conocimiento almacenado y la RNA decodificada. Para ello se aplica un algoritmo genético que a partir de la codificación real de los pesos, aplica cruzamiento morfológico de estos para obtener los pesos ideales. Posteriormente se aplica el algoritmo *backpropagation* para un mejor refinamiento de la propuesta; siendo la aplicación de algoritmos genéticos unido a *backpropagation*, una solución potente para la evolución de los pesos. Se identifican consecutivamente diversas propuestas de arquitecturas de RNA a las cuales se les reajustan los pesos, hasta identificar una variante aceptable para el procesamiento de la RNA. La condición de parada en este caso está dada por el cálculo

del error cuadrático medio.

En esta actividad predomina el proceso de combinación del conocimiento donde a partir de conocimiento explícito (escenario y base de conocimientos) se genera nuevo conocimiento explícito (pronóstico de éxito en la MPS).

Proponer recomendaciones a aplicar en la organización.

A partir de los escenarios de mejora propuestos y las buenas prácticas a aplicar, KAIROS propone recomendaciones, que según las experiencias almacenadas, han sido más efectivas para ejecutar las buenas prácticas. Predomina el proceso de combinación del conocimiento donde a partir de conocimiento explícito (estado inicial, escenarios de mejora y base de conocimientos) se logra generar un nuevo conocimiento explícito (recomendaciones para alcanzar los escenarios propuestos).

Aplicar recomendaciones propuestas a la organización

La organización aplica recomendaciones emitidas por KAIROS desarrollándose un proceso de interiorización por parte de todos sus miembros (transformación del conocimiento explícito al tácito), como parte

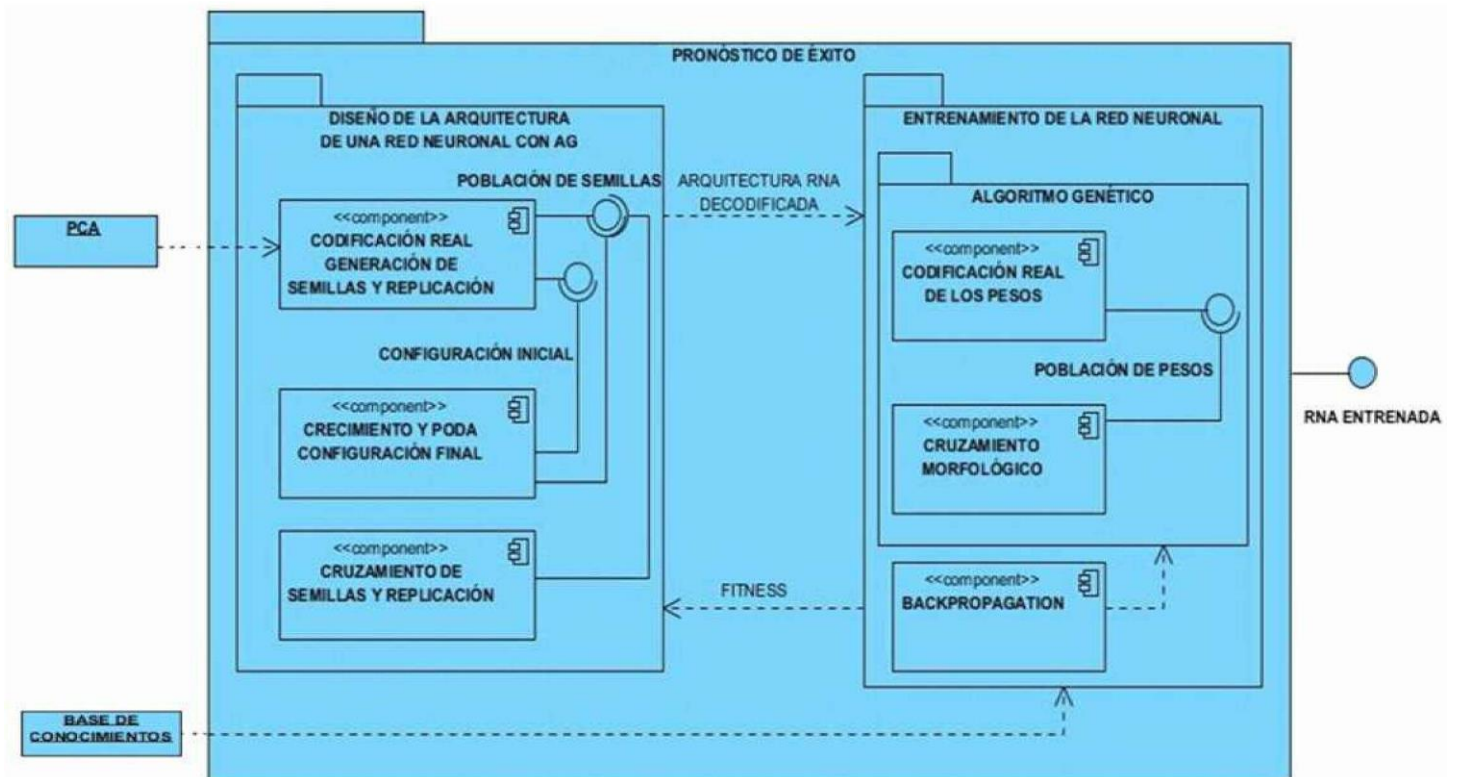


Figura 3 Componente Pronóstico de éxito en la MPS (Elaboración propia)

del análisis e interpretación para alcanzar los escenarios de mejora propuestos con vista a obtener un resultado más favorable frente a la MPS.

#### Aplicar diagnóstico final

Para corroborar la mejora de la organización respecto a su estado inicial, se aplica un diagnóstico final que responde al comportamiento de los FCE bajo un nuevo escenario. El resultado de este diagnóstico permite evaluar si realmente la organización se encuentra lista para invertir en un programa de MPS. En esta actividad interviene el propio proceso de transformación del conocimiento que se especifica en el diagnóstico inicial (exteriorización).

#### Ejecutar MPS y Almanecer experiencias para futuros análisis

Si el resultado del diagnóstico final es favorable la organización procede a la inversión en la MPS. Los resultados reales obtenidos por la organización al ejecutar el programa de MPS son almacenados en la base de conocimientos para ser reutilizados posteriormente en futuros análisis, enriqueciéndose de esta manera el proceso para la gestión del conocimiento. Si el resultado del diagnóstico no es favorable se vuelve a ejecutar el conjunto de actividades que implementa KAIROS.

De manera general se evidencia en la aplicación de la estrategia, el tratamiento de la dimensión ontológica al transitar el conocimiento individual de las personas hacia un aprendizaje grupal, organizacional e inter-organizacional, así como de la dimensión epistemológica mediante las formas de transformación del conocimiento, entre las topologías: tácito y explícito. Resulta relevante la retroalimentación del conocimiento individual y organizacional mediante la socialización, contribuyendo a una mejora gradual y continua de la organización en base a las experiencias adquiridas.

## Discusión

La estrategia propuesta fue sometida al análisis por diversos especialistas y expertos aplicando grupos focales, siendo presentado en una primera instancia a los especialistas del área productiva de la UCI y posteriormente a un grupo de expertos en la temáticas procedentes del Centro Nacional de

Calidad de Software y otros profesionales con experticia en las áreas Mejora de Procesos de Software. Las sugerencias emitidas fueron abordadas para el perfeccionamiento de la estrategia presentada en la investigación. Se aplicó además, la técnica Iadov con profesionales de la Dirección de Calidad de la UCI, que permitió conocer el grado de satisfacción del cliente, obteniéndose finalmente una concordancia del 96% respecto a la utilidad, adaptabilidad, relevancia y pertinencia tanto de la estrategia propuesta como del sistema KAIROS. Se destacan como elementos positivos de la propuesta:

- La reutilización de experiencias para la optimización de escenarios previo a iniciarse en la MPS como un aporte importante, pues logra orientar hacia donde dirigir los esfuerzos a partir de situaciones reales.
- El procesamiento de la información referente a buenas prácticas y FCE para obtener escenarios de mejora.
- La generalización de la estrategia y su flexibilidad para ser aplicada en diversos contextos organizacionales.
- El análisis de las buenas prácticas así como el estado inicial, como bases para la generación de escenarios de mejora en la MPS, posibilita que no constituyan metas inalcanzables por la organización en cuestión.
- El pronóstico de éxito permite obtener información sobre la viabilidad de iniciar o no un programa de MPS.
- El sistema KAIROS, como soporte tecnológico de la estrategia, permite llegar a todos los centros u organizaciones involucrados en la MPS y cuenta con un componente enriquecedor, el cual lo constituye la retroalimentación del conocimiento y las experiencias de otras organizaciones frente a la MPS.

La propuesta resulta significativa en el ámbito de la toma de decisiones dado que las organizaciones pueden valorar la viabilidad de iniciar una MPS a partir del pronóstico de éxito emitido, así como aplicar un conjunto de recomendaciones brindadas que facilitan el tránsito del estado inicial a los escenarios de mejora propuestos. El impacto económico se fundamenta en los elevados costos de los programas de MPS

y el alto Índice de fracasos, la estrategia brinda información para emplear correctamente los presupuestos asociados a la MPS.

## Conclusiones

- Los resultados que brindan la estrategia y el sistema KAIROS que la implementa, favorecen la optimización de escenarios para dirigir los esfuerzos de mejora y conocer la viabilidad de la inversión previo a la MPS. Para ello se integra a la valoración de la organización, la reutilización de las experiencias almacenadas como aporte significativo para la propuesta de solución.
- Se refleja en el criterio de los especialistas y expertos la utilidad, adaptabilidad, relevancia y pertinencia tanto de la estrategia propuesta como de la herramienta informática que la sustenta.
- Los resultados de la aplicación de la técnica de Iadov reflejan un alto nivel de satisfacción por parte del cliente, se evidencia la consideración por los expertos de que la propuesta contribuye a elevar el nivel de reutilización de experiencias para guiar los esfuerzos en la ejecución de programas de MPS.

## Bibliografía

- Allison, I. (2010). Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: a Multi-Case Analysis. Paper presented at the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International Conference on the. Retrieved from [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=Etarnumber=5655656&Eturl=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D5655656](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=Etarnumber=5655656&Eturl=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5655656)
- Boas, G. V., da Rocha, A. R. C., Et Pecegueiro do Amaral, M. (2010). An Approach to Implement Software Process Improvement in Small and Mid Sized Organizations. Paper presented at the 2010 Seventh International Conference. Quality of Information and Communications

Technology (QUATIC). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?newsearch=trueftqueryText=An+approach+to+implement+software+process+improvement+in+small+and+mid-sized+organizationsftx=0fty=0>

Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Software Industry. In P. Abrahamsson, N. Baddoo, T. Margaria ft R. Messnarz (Eds.), *Software Process Improvement* (Vol. 4764, pp. 175-186): Springer Berlin Heidelberg.

- Cattaneo, F., Fuggetta, A., ft Sciuto, D. (2001). Pursuing coherence in software process assessment and improvement. *Software Process: Improvement and Practice*, 6(1), 3-22.
- Dounos, P., ft Bohoris, G. (2010). Factors for the Design of CMMI-based Software Process Improvement Initiatives. Paper presented at the Informatics (PCI), 2010 14th Panhellenic Conference on Retrieved from [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5600289ftsortType%3Dasc\\_p\\_Sequence%26filter%3DAND%28p\\_IS\\_Number%3A5600280%29](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=5600289ftsortType%3Dasc_p_Sequence%26filter%3DAND%28p_IS_Number%3A5600280%29)
- Forradellas, P., Pantaleo, G., ft Rogers, J. (2005). El modelo CMM/CMMI - Cómo garantizar el éxito del proceso de mejoras en las organizaciones, superando los conflictos y tensiones generados por su implementación (pp. 21). Universidad CAECE, Av. de Mayo 866: Capltulo Argentino de la IEEE COMPUTER SOCIETY e it-Mentor.
- Garcia, R. A. M. (2016). Pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software. *Informática 2016*.
- Laporte, C. Y., ftTrudel, S. (1998). Addressing the people issues of process improvement activities at Oerlikon Aerospace. *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 187-198.
- Moitra, D. (1998). Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach. *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 199-207.
- Montoni, M., ft Rocha, A. (2007). A Methodology for Identifying Critical Success Factors That

Montoni, M. A., ft Rocha, A. R. (2010). Applying Grounded Theory to Understand Software Process Improvement Implementation. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology.

Ngwenyama, O. K. (2003). Competing values in software process improvement: an assumption analysis of CMM from an organizational culture perspective. *Engineering Management, IEEE Transactions on* 50(1), 100 - 112

Niazi, M., Babar, M. A., ft Verner, J. M. (2010). Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison. *Information and Software Technology*, 52(11), 1204-1216.

Niazi, M., Wilson, D., ft Zowghi, D. (2006). Critical success factors for software process improvement implementation: an empirical study. *Software Process: Improvement and Practice*, 11(2), 193-211.

Santos, G., Kalinowski, M., Rocha, A. R., Travassos, G. H., Weber, K. C., ft Antonioni, J. A. (2010). MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry. Paper presented at the Proceedings of the 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology.

Stelzer, D., ft Mellis, W. (1999, 14/05/1999). Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement. Paper

Trujillo Casanola, Y., Febles Estrada, A., León, G., Betancourt, Y., Enamorado, O., Sanchez, Y., et al. (2013). 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 (pp. 10). La Habana: Informática 2013.

Trujillo, Y., Febles, A., León, G., Betancourt, Y., Enamorado, O., ft Sanchez, Y. (2014). Diagnóstico al iniciar la mejora de proceso de software. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 172-183.

Recibido: 31 de mayo de 2016.  
Aprobado en su forma definitiva:  
23 de junio de 2016

---

**Ana Marys Garcia Rodriguez**  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
(UCI), Habana, Cuba.  
Correo-e.: [agarcia@uci.cu](mailto:agarcia@uci.cu)

**Lizandra Arza Perez**  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
(UCI), Habana, Cuba.  
Correo-e.: [lizandra@uci.cu](mailto:lizandra@uci.cu)

**Yaimi Trujillo Casafloa**  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
(UCI), Habana, Cuba.  
Correo-e.: [yaimi@uci.cu](mailto:yaimi@uci.cu)

**Juan Pedro Febles Rodriguez**  
Universidad de las Ciencias Informáticas  
(UCI), Habana, Cuba.  
Correo-e.: [febles@uci.cu](mailto:febles@uci.cu)

---

