

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**FACULTAD 3**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y GESTIÓN DE  
SOFTWARE**



**MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS  
AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE**

Tesis presentada en opción al grado científico de

Doctor en Ciencias Técnicas

**ANA MARYS GARCIA RODRÍGUEZ**

La Habana, 2018

**UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**FACULTAD 3**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y GESTIÓN DE SOFTWARE**



**MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS  
AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE**

Tesis presentada en opción al grado científico de  
Doctor en Ciencias Técnicas

**Autora:** Prof. Aux., Ing. Ana Marys Garcia Rodríguez, MSc.

**Tutores:** Prof. Tit., Ing. Yaimí Trujillo Casañola, Dra.C.

Prof. Tit., Lic. Juan Pedro Febles Rodríguez, Dr.C.

La Habana, 2018

### AGRADECIMIENTOS

*A mi Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, por ser mi guía y mi faro. A la Universidad de las Ciencias Informáticas y su excelente colectivo de profesores, por ser la gran casa de altos estudios que hizo de mí la profesional que desde un inicio aspiré ser.*

*A mi familia, que ha sido el pilar de mi formación personal, revolucionaria y profesional, que me ha alentado a superar cada reto siendo mi mayor fuente de confianza. A mi madre por toda una vida de entrega y apoyo, por las “muchas y buenas”. A mi padre por ser mi ejemplo a seguir y el educador más genuino, por su perseverancia e intransigencia. A mi hermano por apoyarme en todo momento. A mi esposo por impulsarme y exigirme como nadie en mi superación profesional y ser mi más grande apoyo. A mis sobrinos que son la luz de mis ojos; a mi familia de Santa Clara, San Cristóbal y la Habana. A todos, gracias por creer en mí.*

*A mis queridos tutores: Yaimí, por su apoyo, su insaciable vigilia por la calidad del trabajo y sobre todo por su enorme e invaluable amistad; y Febles, por asistirme con la mejor de las sabidurías en todo momento, por sus críticas siempre constructivas y su disposición plena a apoyarme en la investigación.*

*A mi pirámide de investigación, que realmente funcionó como un equipo y compartieron conmigo todo el esfuerzo, el sacrificio y las madrugadas necesarias para la solución del tema. Sin ustedes no hubiese sido posible llegar hasta aquí. A Alejandro, Yordanis, Roger, Idel, Osvaldo, Marcell, y Haydee.*

*A los profesores del PEFCI, por su constancia, dedicación y majestuosidad para mejorar los resultados obtenidos. En especial a los doctores: Vivian, Alcides, Rosa y Arturo César.*

*A mis Decanos Reina y Yadián, por el impulso y apoyo a mi formación doctoral, por inculcarme que con esfuerzo y dedicación no hay tarea lo suficientemente grande ni persona incapaz de acometerla.*

*A mis amistades y compañeros de trabajo por alentarme durante el trayecto, por su apoyo en el trabajo. A Julio, Hugo, Gulín, Marieta, Urrutia, Mailen, Maybel, Hassan y Omar gracias por la ayuda.*

*A mi Rectora, Dra. Miriam Nicado García, por constituir para mí ejemplo de profesional, de entrega y dedicación. Por su apoyo incondicional en mi formación y su preocupación constante. Por demostrarme que ningún soñador es tan pequeño y ningún sueño es tan grande si se trabaja con amor y con esmero. Gracias por la confianza.*

## **DEDICATORIA**

### **DEDICATORIA**

*A la memoria del promotor de este gran sueño que es la Universidad del Futuro. Al padre y amigo...  
a mi invencible Comandante en Jefe Fidel.*

*No alcanzarán los logros para dedicarle todo y cuanto merece y no alcanzarán los días para agradecer su  
altruismo, su ingenio, su bondad y humanidad.*

*Gracias por existir, gracias por permanecer...*

***HASTA SIEMPRE COMANDANTE.***

**SÍNTESIS**

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. Sin embargo, no se guían los esfuerzos en la conducción del cambio sobre la base del uso en combinación de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas a aplicar. Se dedican recursos y tiempo sin un análisis previo de hacia dónde actuar intencionadamente. La presente investigación propone un modelo para apoyar la toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software, tomando como referencia los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas que puede aplicar una organización para mejorar su estado inicial. Para ello se concibe una estrategia de Gestión del Conocimiento que guía los esfuerzos de las organizaciones y un sistema informático como soporte tecnológico, que basado en técnicas de Inteligencia Artificial, optimiza escenarios de mejora, pronostica su éxito en la mejora de procesos, y ofrece recomendaciones para alcanzarlos. Para la validación de los resultados, se emplean métodos que corroboran la hipótesis y convergen en una alta satisfacción de los clientes con la propuesta.

**ABSTRACT**

Software Process Improvement contributes to increase the performance and utility of the processes. Several investigations propose to evaluate the organizations integrally considering the critical factors with influence in success, previous to the investment in the processes improvement. However, efforts are not guided to lead change on the basis of the combination of Critical Success Factors and Good Practices to be applied. Resources and time are dedicated without prior analysis of where to act intentionally. The present research proposes a model to support decision making in Software Process Improvement, taking as reference the Critical Success Factors and the Good Practices that an organization can apply to improve its initial state. Based on this goal a Knowledge Management strategy is conceived, which guides the efforts of organizations and a computer system as a technological support, based on Artificial Intelligence techniques, optimizing improvement scenarios, predicting their success in improving processes, and offering recommendations to achieve them. For the validation of the results, methods are used that corroborate the hypothesis and converge in a high satisfaction of the clients with the proposal.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>9</b>
1.1 Introducción del capítulo	9
1.2 Mejora de Procesos de Software	9
1.2.1 Modelos y guías para la Mejora de Procesos de Software	11
1.2.2 Factores Críticos de Éxito en la Mejora de Procesos de Software	13
1.3 Toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software	17
1.3.1 Gestión del Conocimiento	18
1.3.2 Inteligencia Artificial aplicada a la Mejora de Procesos de Software	26
1.4 Diagnóstico para valorar el uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas	31
1.5 Conclusiones del capítulo	35
<b>CAPÍTULO 2. MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE</b>	<b>37</b>
2.1 Introducción del capítulo	37
2.2 Buenas Prácticas para el tratamiento de Factores Críticos de Éxito	37
2.3 Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software	43
2.3.1 Componente: Estrategia de Gestión del Conocimiento para la recomendación de escenarios	47
2.3.2 Componente: Herramienta informática KAIRÓS	55
2.4 Conclusiones del capítulo	76
<b>CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>77</b>
3.1 Introducción del capítulo	77
3.2 Proceso de validación	77
3.2.1 Contribución del modelo en el uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas	79
3.2.2 Efecto de implementación del modelo para apoyar la toma de decisiones	81
3.2.3 Aplicabilidad del modelo en entornos reales y satisfacción de los clientes	89
3.2.4 Resultados de la triangulación metodológica	93

3.3 Análisis del impacto del modelo propuesto	93
3.4 Conclusiones del capítulo	95
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>96</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>98</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>99</b>
<b>PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA AUTORA</b>	<b>117</b>
<b>GLOSARIO DE SIGLAS</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>122</b>
Anexo 1: Indicadores – Factores Críticos de Éxito – Medidas	122
Anexo 2: Buenas Prácticas identificadas en el análisis de la literatura	124
Anexo 3: Materiales y resultados del diagnóstico	127
Anexo 4: Cuestionario para el resumen curricular	132
Anexo 5: Frecuencia de Buenas Prácticas en bibliografía y primera ronda de expertos	133
Anexo 6: Materiales y resultados de encuesta para determinar Buenas Prácticas. Ronda 1	137
Anexo 7: Materiales y resultados de grupo focal para Buenas Prácticas y recomendaciones	143
Anexo 8: Materiales y resultados de encuesta para determinar Buenas Prácticas. Ronda 2	161
Anexo 9: Imágenes de la herramienta KAIRÓS	168
Anexo 10: Condiciones para el crecimiento y la poda	172
Anexo 11: Variables y dimensiones de la validación de los resultados	174
Anexo 12: Contribución del modelo en uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas	176
Anexo 13: Diseño del cuasiexperimento con series cronológicas múltiples	181
Anexo 14: Resultados obtenidos de la aplicación del modelo en los centros	182
Anexo 15: Encuesta aplicada para valorar la aplicabilidad del modelo en entornos reales	187



### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Espiral de creación de conocimiento organizacional. Fuente: [128].	21
Figura 2: Diagrama de campo de fuerzas.	35
Figura 3: Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS.	46
Figura 4: Estrategia de Gestión del Conocimiento para la recomendación de escenarios.	49
Figura 5: Etapa 2 - Propuesta de escenarios de mejora.	50
Figura 6: Cromosoma (estado inicial o escenario de mejora).	57
Figura 7: Cruzamiento por máscara binaria.	63
Figura 8: Mutación por máscara binaria.	64
Figura 9: Reemplazo.	64
Figura 10: Red Neuronal Artificial para el pronóstico de resultados.	66
Figura 11: Representación en forma de matriz de una Red Neuronal Artificial.	67
Figura 12: Proceso de validación de la investigación.	78
Figura 13: Matriz de confusión 1.	89

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Modelos y guías para la Mejora de Procesos de Software.....	11
Tabla 2: Métodos científicos para identificar las Buenas Prácticas. ....	14
Tabla 3: Resultados de la valoración de la contribución del modelo.....	79
Tabla 4: Cuadro lógico de Iadov para la investigación.....	90
Tabla 5: Escala, índices y niveles de satisfacción.....	91
Tabla 6: Resultado de la aplicación de la técnica Iadov. Escala de satisfacción.....	92

### INTRODUCCIÓN

El auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, se ha visualizado en cada uno de los sectores de la sociedad, agilizando los procesos y viabilizando el trabajo de las personas [1; 2]. La creación de nuevos conocimientos y los cambios promovidos, se producen a un ritmo tal, que las organizaciones pueden quedar irreversiblemente excluidas del desarrollo, si no se tiene la suficiente sabiduría para entenderlos, preservarlos e incrementarlos, así como la tenacidad para emprenderlos [3]. En este ámbito cobra vital importancia la calidad de los productos y servicios generados por la industria del software, que se ha convertido en un factor dominante en la economía del mundo industrializado [4-6]. Instituciones y países han enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de esta industria con el objetivo de elevar la calidad de los procesos que desarrollan y así proporcionar oportunidades de mejoras en el ámbito social, incrementar en retorno sus ingresos y posicionarse en un mercado internacional que exige productos de calidad [7; 8].

A pesar de los beneficios que proporciona la industria del software, estudios publicados por Standish Group en el Chaos Report 2016 [9], evidencian que la progresiva demanda de informatización de la sociedad no se encuentra a tono con la ejecución exitosa de los proyectos. En el año 2015 solo el 29% de los proyectos resultó exitoso, el 52% presentó problemas de retrasos y el 19% resultó fallido. Diversas investigaciones asociadas a los problemas en el desarrollo de software [4; 10-14], coinciden en la necesidad de aplicar métodos más efectivos de ingeniería de software, siguiéndose una perspectiva sistemática, disciplinada y cuantificable, teniendo como centro el proceso y como base un enfoque de calidad [15-17].

Diversos estudios [4; 12; 13; 18; 19] reflejan la necesidad de establecer un desarrollo dirigido por procesos en aras de un mejor desempeño de las organizaciones de desarrollo de software,

así como lograr que los procesos se ejecuten con la calidad requerida. Se establece que no solo es importante concebir una perspectiva dirigida a procesos desde un enfoque de calidad, sino que resulta esencial la definición de proyectos que contribuyan a la mejora continua de los procesos para elevar su madurez y capacidad [20-27], y por ende proporcionar servicios de calidad en un mercado competitivo [4; 28-32]. Destaca un auge, tanto desde el punto de vista teórico como en su ejercicio práctico, al enfoque de ingeniería y calidad en la integración y Mejora de Procesos de Software (MPS) [30-34] para fortalecer la industria del software.

Los proyectos MPS se centran en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada [20; 35-37]; no obstante esta ventaja no siempre se observa a corto o mediano plazo, la implantación de Buenas Prácticas (BP) es una labor cuyo resultado puede tardar años en obtenerse [34; 36; 38]. Con el objetivo de instaurar un proceso continuo de calidad en el desarrollo del software, organizaciones, instituciones y comunidades científicas han optado por la aplicación de modelos, métodos y estándares en función de la MPS. Sin embargo, estas propuestas especifican qué hacer para establecer una MPS en la organización, pero no el cómo ejecutarla. Varios estudios [26; 33; 34; 39-46] señalan que los modelos en general son muy restringidos pues no consideran la variedad de situaciones que se puede encontrar en organizaciones que desean implementar una MPS. Se infiere la necesidad de cambios culturales y organizativos para el éxito de los proyectos MPS, los cuales son complejos de abordar y demandan una gran inversión de recursos y tiempo [25; 43; 47-52]. En este sentido algunos países se han aventurado en la creación de adaptaciones de estos modelos a su contexto específico como MoProSoft en México [53-55] y MPS. Br en Brasil [31; 56-58].

Diversos autores consideran que en general los proyectos MPS definidos no contemplan los aspectos sociales y las necesidades de las organizaciones alineadas a sus objetivos [26; 33; 37; 39-41; 44; 45; 51; 52; 59]. Por ello, al ejecutar los procesos como parte del proyecto, existen

inconsistencias y dificultades de entendimiento por parte del equipo de desarrollo. Investigaciones sobre la aplicación de proyectos MPS en las organizaciones [44; 60; 61], reflejan que estos proyectos no consideran el estado integral de las organizaciones y sus peculiaridades, que representan un punto de partida diferente y condicionan los resultados [62].

Varias investigaciones [33; 37; 39; 40; 51; 59; 62-64] aportan elementos para adaptar los proyectos MPS a las características de las organizaciones, para ello proponen factores que influyen en el diseño y ejecución de la MPS referentes a los aspectos socio-culturales. El análisis en torno a estos Factores Críticos de Éxito (FCE) que influyen positiva o negativamente en la MPS, permite inferir que su uso en función de los contextos organizacionales contribuye al éxito de la MPS [26; 40; 65; 66]. En Cuba se han introducido investigaciones que abordan el tratamiento de los FCE para la MPS [7; 26; 38; 46; 61; 62; 67-71]. El país se encuentra en un contexto favorable para desarrollar investigaciones de este tipo, pues aboga por acometer una política de informatización de la sociedad. Además, ya se ha alcanzado madurez en la ejecución de la MPS, lo cual se evidencia en el logro de certificaciones internacionales no solo de roles sino también de procesos de producción como es el caso de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en el nivel 2 de madurez del Modelo de Capacidad de Madurez Integrada (CMMI por sus siglas en inglés).

A pesar de los avances obtenidos en el tratamiento de los FCE para valorar el estado de las organizaciones frente a la MPS [26; 49; 72], persisten insuficiencias asociadas a la reutilización del conocimiento para emitir evaluaciones que se aproximen a la realidad experimentada y establecer propuestas de escenarios de mejora<sup>1</sup> a las organizaciones que

---

<sup>1</sup> Escenario de mejora: condiciones que puede alcanzar una organización en base al comportamiento de los FCE. Refleja una evolución respecto a su estado inicial para enfrentar la MPS y puede ser alcanzado a partir de la aplicación de BP.

reflejen una evolución respecto a su estado. Existe dispersión respecto a la contribución de las BP para mejorar el estado de las organizaciones y no se realiza un análisis de la influencia en combinación<sup>2</sup> de los FCE y BP en la MPS [38]. Además, los pesos asignados a los FCE para el análisis de su influencia sobre la MPS, no son reajustables y es una realidad que su relevancia varía de acuerdo al contexto.

En este sentido, se considera oportuno un análisis que guíe a las organizaciones al iniciar la MPS. Resulta engorroso realizar el procesamiento de la información cuando un gran cúmulo de elementos incide en el proceso de toma de decisiones de una organización. Una alternativa efectiva es el uso de la Gestión del Conocimiento (GC) [37], integrado a la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) que transformen las experiencias de MPS, en conocimiento útil para la toma de decisiones y poder así dirigir los esfuerzos de inserción en la MPS.

A partir de lo antes expuesto se identifica como **problema de la investigación**: ¿cómo recomendar escenarios de mejora a partir del uso de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, para apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software?

El **objeto de estudio de la investigación** es la Mejora de Procesos de Software y el **campo de acción**: tratamiento de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas en la Mejora de Procesos de Software.

Para dar solución al problema de la investigación se plantea como **objetivo general**: desarrollar un Modelo de Recomendación de Escenarios, que combine el uso de los Factores

---

<sup>2</sup> Combinación: análisis de la influencia de una o varias BP a un mismo tiempo sobre el comportamiento de uno o varios FCE y/o análisis de la influencia de uno o varios FCE a un mismo tiempo sobre el éxito de la MPS.

Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, para apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software.

El objetivo general se desglosa en los siguientes **objetivos específicos**:

- Caracterizar la Mejora de Procesos de Software, haciendo énfasis en el uso de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas.
- Realizar un diagnóstico para valorar el uso de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas en la Mejora de Procesos de Software.
- Fundamentar los componentes del Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software.
- Desarrollar una estrategia de Gestión del Conocimiento para la recomendación de escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software.
- Desarrollar una herramienta informática como soporte del Modelo de Recomendación de Escenarios, que integre técnicas de Inteligencia Artificial para el tratamiento de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas.
- Validar el Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software.

Se formula como **hipótesis**: el desarrollo de un Modelo de Recomendación de Escenarios que combine el uso de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, contribuirá a apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software.

Entre los **métodos científicos** utilizados destacan los siguientes:

### Métodos teóricos:

- El método **histórico-lógico** y el **dialéctico** para el análisis crítico de trabajos asociados al uso de la información de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas en la Mejora de Procesos de Software, con el objetivo de establecer un punto de referencia y comparación con los resultados alcanzados.

- El método **inducción-deducción** para la identificación de la problemática, así como sus variantes de solución.
- El **hipotético-deductivo** para la elaboración de la hipótesis de la investigación y la propuesta de la línea de trabajo de la investigación.
- El **analítico-sintético** para la descomposición del problema en elementos que permitan su profundización con el fin de sintetizarlos en la solución propuesta.
- La **modelación** para el desarrollo del modelo y sus componentes.

### Métodos empíricos:

- El **análisis documental** para la revisión de la literatura con el objetivo de extraer la información necesaria para trazar la línea de investigación y definir las Buenas Prácticas y recomendaciones en el entorno de la industria cubana del software.
- La **encuesta** para obtener el diagnóstico sobre el tratamiento de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas en la Mejora de Procesos de Software, así como para conocer el nivel de satisfacción de los clientes con el modelo desarrollado mediante la aplicación de la técnica Iadov.
- El **experimental** para comprobar la utilidad de los resultados obtenidos a partir de la implementación del modelo.
- La **consulta a expertos** para la identificación de Buenas Prácticas y recomendaciones, y para validar los aportes fundamentales de la investigación.
- El **grupo focal** para el análisis de campo de fuerzas en el desarrollo del diagnóstico y para la conceptualización de Buenas Prácticas y recomendaciones.
- **Iadov** para evaluar y corroborar por potenciales usuarios, la factibilidad y pertinencia del modelo, así como los aportes fundamentales de la investigación.
- **Métodos estadísticos** para el análisis de las encuestas aplicadas a expertos y potenciales usuarios.



- La **triangulación metodológica** para analizar coincidencias y divergencias en los criterios sobre las características del modelo propuesto.

La novedad de la investigación se expresa en los siguientes aportes:

### **Aportes teóricos:**

- La conceptualización de 49 Buenas Prácticas y 127 recomendaciones para la industria del software cubana a partir del conocimiento de expertos y experiencias de las organizaciones cubanas. Estas Buenas Prácticas y recomendaciones favorecen la ejecución de acciones para alcanzar escenarios maduros en la Mejora de Procesos de Software.
- Un Modelo de Recomendación de Escenarios, que combina el uso de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial, para apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software.
- Un Algoritmo Genético (AG) que optimiza escenarios de mejora a partir de la redefinición de los operadores de selección, cruzamiento y mutación, atendiendo a las características del problema.

### **Aportes prácticos:**

- Una estrategia de Gestión del Conocimiento que guía la retroalimentación de experiencias para la optimización<sup>3</sup> de escenarios y el pronóstico<sup>4</sup> de resultado de los mismos al iniciar la Mejora de Procesos de Software.
- Una herramienta informática (KAIROS) que implementa técnicas de Inteligencia Artificial, para ofrecer escenarios de mejora y sus respectivos pronósticos en la Mejora de Procesos de Software.

---

<sup>3</sup> Optimización: proceso de mejora del estado inicial de la organización, que tiene como resultado escenarios de mejora. Considera las condiciones del estado inicial y las BP que puede aplicar la organización.

<sup>4</sup> Pronóstico: proceso de predicción del éxito o fracaso de una organización en la MPS a partir del análisis del comportamiento de los FCE.

La **estructura del trabajo** se constituye por: introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones y bibliografía. Como norma bibliográfica se utilizó ISO 690. Se incluyen figuras, tablas y anexos que facilitan la comprensión del documento. A continuación, se describen los principales elementos de los capítulos.

En el **Capítulo 1. Marco teórico referencial** se realiza una caracterización de la MPS, a partir de elementos teóricos-conceptuales vinculados con la problemática, los FCE que influyen en la MPS, así como las BP y recomendaciones para la MPS. Se realiza un análisis de la GC asociada a la MPS para la toma de decisiones, y de la IA haciendo énfasis en las técnicas de Red Neuronal Artificial (RNA), AG y reglas de asociación para el procesamiento de experiencias. Por último, se diagnostica el uso de los FCE y BP en la MPS.

En el **Capítulo 2. Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software** se presenta el modelo propuesto para dar solución al problema, tanto desde una perspectiva teórica-conceptual como desde su solución técnica. Se identifican y conceptualizan las BP que influyen en el comportamiento de los FCE, así como las recomendaciones que facilitan su implementación. Además, se describen los componentes del modelo propuesto: la estrategia de GC para la recomendación de escenarios al iniciar la MPS y como soporte tecnológico la herramienta informática KAIRÓS.

En el **Capítulo 3. Validación de la solución** se presenta la validación de la propuesta de solución a partir de la valoración de la contribución del modelo a la toma de decisiones empleando el criterio de expertos, la valoración práctica del modelo y de la herramienta informática mediante un cuasiexperimento, y por último la validación de la aplicabilidad del modelo mediante la satisfacción del cliente, empleando la técnica de Iadov. El capítulo concluye con una triangulación metodológica de los resultados y un análisis del impacto de la solución.

## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **1.1 Introducción del capítulo**

En el presente capítulo se caracteriza la MPS, enfatizando en los FCE que inciden en el éxito de la implementación de proyectos de MPS. Se realiza una valoración del tratamiento de las BP asociadas a los FCE. Se analizan los modelos de GC y las técnicas de IA como apoyo a la toma de decisiones. Además, se presentan los resultados del diagnóstico realizado a organizaciones de desarrollo de software, referente al uso de los FCE y BP para la toma de decisiones en la MPS.

#### **1.2 Mejora de Procesos de Software**

La mejora continua según ISO 9001:2000 [73] significa la eficacia constante del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de las políticas de calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de los datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión de la dirección. Esta definición no realiza distinción entre la industria sobre la cual aplica la mejora continua, sin embargo Mathiassen y Pourkomeylian [28] contextualizan la mejora continua al desarrollo de software como un enfoque estructurado que permite a una organización de desarrollo de software mejorar continuamente sus capacidades para proporcionar servicios de calidad en forma competitiva. Aunque estos autores conciben la mejora desde un enfoque de calidad del software, no consideran el proceso como foco de atención, lo cual es tomado en cuenta por Ashrafi [20], quien concluye que la MPS se centra en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos.

La 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 [34-37; 74]. En adición a las definiciones anteriores, Sommerville [12] aborda el incremento de la calidad del producto, la reducción de los costos y del tiempo de desarrollo, lo cual constituye relevante en el marco

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

del reordenamiento de la política económica de nuestro país referente al desarrollo de productos de calidad de manera eficiente [75].

En su investigación para ayudar a las organizaciones a desarrollar productos y servicios de calidad, Matturro [29] afirma que la mejora se desarrolla gradualmente mediante transiciones de un nivel de madurez a otro. Mientras que Pressman [4] visualiza las transiciones de Matturro como una perspectiva cíclica para alcanzar los estados de madurez, desde tres acciones principales: medición, análisis y cambio del proceso. Otro elemento sustancial lo ofrece Chrissis [76] con la identificación de tres dimensiones sobre las que una organización puede enfocarse para mejorar su actividad: las personas, los métodos y procedimientos, y las herramientas y equipamiento.

Por su parte, Trujillo [26] define la MPS como 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. Se considera esta definición como la más completa en el contexto de la investigación, al abordar además la MPS como un proyecto con implicaciones de tiempo, recursos y la consideración de un ciclo de mejora continua.

A partir de los elementos abordados, se concibe la MPS como un proceso sistémico e iterativo que genera ventajas significativas respecto al rendimiento, utilidad y efectividad de los procesos. Requiere de tiempo y recursos para su aplicación efectiva con vista a proporcionar productos y servicios de calidad, aunque sus resultados no se observan a corto plazo. Para acometer la MPS, se han desarrollado modelos y guías que conducen la mejora y elevan la calidad de los procesos.

### 1.2.1 Modelos y guías para la Mejora de Procesos de Software

Entre los modelos y guías de MPS concebidos para ayudar a las organizaciones a conducir la mejora, los más referenciados en la literatura son: el modelo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA por sus siglas en inglés) de Shewhart [77], el modelo IDEAL de McFeeley [78], el método Enfocar-Mejorar-Mantener-Honrar (FISH por sus siglas en inglés) [79; 80] y el método Lean Simplified [81; 82], ambos de Arthur. Además, se han desarrollado adaptaciones regionales de los modelos anteriores a entornos específicos, como la propuesta brasileña MPS. Br [56; 83; 84] y la norma mexicana MoProSoft [53-55; 85; 86]. En la tabla 1 se muestran las fases y contextualización de los modelos y guías para la MPS.

**Tabla 1: Modelos y guías para la Mejora de Procesos de Software.**

<b>Modelos y guías</b>	<b>Fases o etapas</b>	<b>Contexto</b>
PDCA	Planificar, Hacer, Verificar, Actuar	Genérico
IDEAL	Inicio, Diagnóstico, Establecimiento, Actuación, Aprovechamiento	Genérico
FISH	Enfocar, Mejorar, Mantener, Honrar	Genérico
<u>Lean Simplified</u>	Ordenar, Enderezar, Pulir, Estandarizar, Mantener	Genérico
MPS. Br	Concepción, Diagnóstico, Desarrollo, Transición	Específico (industria del <u>software</u> brasileña)
MoProSoft	Identificación de factores de cambio, Diagnóstico, Aplicación, Evaluación	Específico (industria del <u>software</u> mejicana)

De las propuestas anteriores se considera que, entre sus aportes más importantes, destaca la concepción de la mejora continua como un conjunto de actividades que se desarrollan sistemáticamente mediante la concepción, diagnóstico, aplicación y evaluación de los procesos. Resultan relevantes en el contexto de la investigación:

- La concepción de MPS como ciclo de actividades que favorece la mejora continua.

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- La importancia de la retroalimentación en la MPS sobre la base de experiencias adquiridas, ya sea en iteraciones previas del ciclo de mejora, como a partir de lecciones aprendidas.
- La necesidad de evaluar los problemas que puedan atentar contra el cumplimiento de los objetivos, como punto de partida para planificar y ejecutar la MPS.

A pesar de los aportes mencionados, la etapa de diagnóstico de los modelos y guías para la MPS, no considera la valoración de los FCE como análisis del contexto organizacional para evaluar el punto de partida de la mejora. La evaluación va dirigida más a la adherencia a los procesos por los que se rigen los modelos, que a su valoración integral de acuerdo a las características y cultura organizacional.

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 [76; 87-89] y la norma ISO 15504/IEC:2004 o SPICE [90; 91]. Además, se han desarrollado iniciativas regionales que adaptaron las propuestas anteriores a sus entornos, como es el caso del modelo brasileño MPS. Br [56; 83; 84] y la norma mexicana MoProSoft [53-55; 85; 86]. Estas propuestas conducen la MPS paulatinamente mediante el establecimiento de una alineación de la organización con el modelo de calidad de referencia, especificando qué acciones debe acometer la organización, pero no brindan recomendaciones sobre cómo ejecutarlas. Estudios [26; 33; 34; 39-46] señalan que los modelos en general son muy restringidos al no tener en cuenta los aspectos socio-culturales de las organizaciones de acuerdo a su contexto para implementar la MPS. Se requieren cambios culturales y organizativos para el éxito de los proyectos MPS, los cuales por lo general son complejos de abordar y demandan una gran inversión de recursos y tiempo [25; 43; 47-52].

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

Investigaciones sobre las causas que conllevan a fracasos en la MPS [26; 32; 33; 39; 40; 59; 92-94], reflejan que la mejora está condicionada por los contextos organizacionales y su éxito no es fácil de determinar pues está vinculado a la cultura organizacional. En el análisis de la literatura se refleja un gran número de fracasos luego de la inversión de recursos en el proyecto MPS [44; 60; 61; 94]. Ello se debe en gran medida a que no se tienen en consideración los contextos organizacionales durante la evaluación de la factibilidad para acometer un proyecto MPS y las peculiaridades de cada organización que representan un punto de partida diferente [62]. El contexto varía en dependencia de la organización, cada una posee características que la distinguen del resto, desde los objetivos estratégicos y los aspectos sociales hasta las necesidades reales en función de los recursos con que cuenta [7]. Por ello, se han realizado investigaciones para identificar los FCE que inciden en el éxito de la MPS con independencia del modelo de referencia a aplicar.

### **1.2.2 Factores Críticos de Éxito en la Mejora de Procesos de Software**

En las investigaciones sobre las condiciones para conducir la mejora, se han definido factores que influyen en el éxito de la MPS [33; 64]. Trujillo [26; 46; 62; 71] define los FCE como los factores que se consideran determinantes en el éxito de un proyecto MPS en una organización. En la literatura se realizan aportes para adaptar los proyectos MPS a las características de las organizaciones, para ello se proponen FCE que influyen en el diseño y ejecución de la MPS referentes a los aspectos sociales, a partir de: literatura consultada [40], entrevistas y encuestas a consultores de MPS [65], datos y experiencias acumuladas de la ejecución de MPS [33; 64] y el estudio de casos [39]. A partir de estos elementos y del análisis con expertos en MPS, Trujillo [26] establece FCE para valorar el estado de una organización previo a la MPS, los cuales se agrupan en tres indicadores: influencia del personal, influencia de la alta gerencia y características de la organización. Además, define un conjunto de medidas para facilitar la medición de los FCE (ver anexo 1). Asociado a la



## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

conceptualización de los FCE, Tujillo concibe las BP como “*acciones que disminuyen la influencia negativa de un factor*” [26]. La aplicación de BP influye en el comportamiento de los FCE, por tanto, resulta esencial contextualizar las BP, así como recomendaciones que orienten su aplicación.

### Valoración de los trabajos que abordan las Buenas Prácticas en la MPS

Diversos estudios han identificado BP para la MPS [72; 95-108], asociadas a influencia del personal, influencia de la alta gerencia, y características de la organización. La lista de BP se desarrolla a partir de varios métodos científicos empleados en los artículos analizados (ver tabla 2).

**Tabla 2: Métodos científicos para identificar las Buenas Prácticas.**

<b>Métodos</b>	<b>Muestra</b>	<b>Artículo</b>
Revisión bibliográfica	120 organizaciones de Japón, E.E.U.U, Europa	[102]
Observación y estudio de casos	Organizaciones de la India, México y E.E.U.U.	[98]
Revisión bibliográfica	13 organizaciones del Reino Unido	[103]
Observación	Dos proyectos de MPS en Noruega	[99]
Entrevistas y revisión bibliográfica	23 expertos de Canadá y 50 artículos de experiencias de organizaciones de Australia y multinacionales	[100]
Revisión bibliográfica, observación y estudio de casos	Ocho organizaciones de España	[104]
Entrevistas, observación, revisión bibliográfica	Organizaciones de Australia y multinacionales	[72]
Revisión bibliográfica y casos de estudio	45 organizaciones	[105]
Observación, entrevistas	Cinco organizaciones de Brasil	[97]
Entrevistas y estudio de casos	Organizaciones iberoamericanas	[101]

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Entrevistas, observación	Organizaciones de Iberoamérica	[96]
Observación y revisión bibliográfica	Organizaciones de Cuba	[108]
Observación y encuestas	Una organización de Venezuela	[107]
Revisión bibliográfica	Siete artículos sobre entornos colaborativos para MPS	[106]
Entrevistas, revisión bibliográfica y estudio de casos	Ocho organizaciones mexicanas	[95]

En los estudios especificados en la tabla 2, se evidencia que las BP se identifican mayormente a partir de revisiones sistemáticas a la bibliografía, análisis de estudio de casos, entrevistas y observación. Estos métodos son integrados en la mayoría de los artículos para contrarrestar los resultados de las investigaciones. Del análisis desarrollado para identificar las BP que inciden positivamente en el comportamiento de los FCE para la MPS, se perciben diferencias entre las BP identificadas por los diferentes estudios. Esto se debe principalmente, a que los estudios han sido desarrollados en diferentes contextos y momentos, con diversos objetivos y mediante la aplicación de diversos métodos de investigación. El análisis evidencia la existencia de diversidad en la literatura sobre las BP y la falta de correspondencia entre las investigaciones analizadas, pues en algunas bibliografías se hace alusión a BP que no se mencionan en otras. La documentación se encuentra muy dispersa y las BP en algunos casos están generalizadas y en otros casos demasiado contextualizadas. El anexo 2 muestra las BP identificadas.

En la literatura, se reconoce la necesidad de aplicar BP con vista a una ejecución exitosa de los proyectos de mejora. Sin embargo, solo otras cuatro investigaciones abordan la influencia de las BP en el comportamiento de los FCE [26; 100; 109; 110]. Niazi, Wilson y Zowghi [100; 110] 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

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

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. Clarke y O'Connor [109] proponen un método para examinar la incorporación de BP en la MPS. Trujillo [26] evalúa el estado integral de la organización previo a la inversión en la MPS, mediante el modelo SI.MPS.Cu y considera 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. De esta forma, identifican que existe una relación entre las BP y los FCE. 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 en combinación de las BP.
- Trujillo establece el coeficiente de ponderación de los FCE, atendiendo a su influencia en la MPS, pero no valora su tratamiento dinámico, lo cual incide negativamente considerando que los FCE pueden variar su relevancia.
- No se ofrecen escenarios de mejora que apoyen las decisiones tomadas por las organizaciones en la MPS, a fin de resultar exitosos en sus iniciativas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera necesario extender el tratamiento de las BP y FCE. Para ello se deben considerar su influencia en combinación y el dinamismo de la ponderación o relevancia de los FCE.

### **1.3 Toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software**

La toma de decisiones es definida por Schein [111] como “*el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes*”.

Constituyen postulados intrínsecos en el proceso de toma de decisiones: la identificación de las alternativas posibles, el pronóstico de las consecuencias de las mismas y su evaluación según los objetivos y metas trazados. Para ello, se requiere información sobre las oportunidades a considerar en el presente, así como valorar las consecuencias de actuar según las diversas opciones en el futuro. Es indispensable además, la información sobre cómo llevar el estado actual al futuro, conocer los valores y preferencias para elegir entre las alternativas que conllevan a los resultados deseados [112]. Rodríguez [113] concibe la toma de decisiones como un proceso donde intervienen seis fases: la percepción y definición del problema, la fijación de los objetivos (resultados deseados), el estudio de las alternativas, la elección de una alternativa, el desarrollo de la estrategia (plan de acción) y por último la acción para ejecutar la estrategia. De esta manera deja en evidencia la importancia de concebir una estrategia para guiar las acciones de manera adecuada hacia el logro de los objetivos.

Se puede considerar entonces, la toma de decisiones, como un proceso imprescindible en las actividades de la organización para la resolución de problemas y logro de los objetivos. En este proceso juega un papel esencial la GC para el procesamiento de la información, lo cual constituye la base para una toma de decisiones efectiva.

### **1.3.1 Gestión del Conocimiento**

La GC es esencial en el progreso de las organizaciones y en el aprendizaje individual y colectivo. Su aplicación contribuye a incrementar la productividad y la eficiencia de las organizaciones, ante la competencia de un mercado mundial que exige cada vez más productos de mejor calidad [114-117].

Dutta y De Meyer definen GC como *“la habilidad de las personas para entender y manejar la información a través de la tecnología y la compartición del conocimiento”* [118; 119]. Esta concepción refleja cómo la GC posee la capacidad de generar el conocimiento y provocar el aprendizaje auxiliándose en tecnologías para un procesamiento eficiente. La GC implica un *“conjunto de procesos sistemáticos (identificación y captación del capital intelectual; tratamiento, desarrollo y compartimiento del conocimiento; y su utilización) orientados al desarrollo organizacional y/o personal y, consecuentemente, a la generación de una ventaja competitiva para la organización y/o el individuo”* [120]. De esta manera, se consideran tanto los procesos de GC como la perspectiva individual-organizacional y la retroalimentación entre el conocimiento individual-colectivo.

Resulta relevante de las definiciones anteriores, la concepción de la GC como conjunto de procesos para la identificación, tratamiento, desarrollo, socialización y utilización del conocimiento. Además, la importancia de aplicar la tecnología para procesar y compartir la información. Para la MPS es fundamental establecer una adecuada GC que facilite la mejora continua.

### **La Gestión del Conocimiento en la Mejora de Procesos de Software**

Los proyectos MPS descansan en la ambiciosa idea de crear y compartir conocimiento a nivel organizacional, a través de diferentes individuos, proyectos y organizaciones. Aunque se ha discutido la importancia de la relación entre la GC y la MPS, todavía existe una brecha sobre

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

cómo el rol específico del intercambio de conocimiento influye en la implementación exitosa de la MPS [37]. El enfoque de GC debe definirse de forma temprana en el proyecto MPS y es oportuna la definición de una estrategia de GC para la MPS que incluya a la vez los enfoques de codificación y de personalización [121]. Arent y Norbjerg [122] consideran que mejorar las prácticas de software significa crear nuevo y mejor conocimiento acerca de esas prácticas, e institucionalizar ese conocimiento como la manera en que el software es desarrollado. Por su parte, Pourkomeylian [123] asumen que para cambiar las prácticas de desarrollo de software, una organización debería mejorar el conocimiento. Además, el conocimiento nuevo o modificado, debe transferirse a todos los niveles de la organización.

Mathiassen y Pourkomeylian [28] plantean que el conocimiento tácito juega un papel esencial en la MPS pues se requiere una apreciación profunda de las prácticas para diseñar procesos nuevos e implementarlos. Además, sugieren cómo utilizar la GC para guiar los esfuerzos de la MPS. Carrillo [124] propone un método basado en la extracción del conocimiento tácito para identificar el estado de la organización, establecer los objetivos e identificar las mejores prácticas a aplicar; pero no enfatiza en el tratamiento del conocimiento explícito. Mohapatra [125] da especial relevancia a encontrar una vía de codificación y organización del conocimiento para su uso. Según Mejía [30] la mayoría de las veces, la MPS implica un camino lleno de obstáculos debido a la falta de conocimiento para elegir la implementación correcta. El problema más común y crítico consiste en la selección y aplicación del modelo de referencia correcto para guiar esta implementación. En este sentido, las tecnologías de GC han demostrado ser un soporte muy prometedor para el intercambio de conocimientos y la integración de sistemas.

Las consideraciones anteriores constituyen un aporte sustancial a la GC en proyectos MPS y reafirman la necesidad de desarrollar una estrategia para esta gestión. Algunos autores [29;

119; 126-132] han considerado establecer una organización de las etapas por las que transita el conocimiento, dando paso a lo que se conoce como modelos de GC. Se considera necesario para la investigación su análisis, pues contribuyen a mejorar el escenario para la reutilización de experiencias.

### Modelos de Gestión del Conocimiento

En la literatura se abordan numerosos modelos para la GC. A continuación, se describen aquellos más empleados y referenciados en la literatura y que ofrecen un aporte a la investigación.

#### Modelo de Wiig

Este modelo se caracteriza por incluir los procesos de creación, codificación y aplicación del conocimiento para la resolución de problemas, empleando las experiencias prácticas adquiridas. Su principal objetivo es reforzar el uso del conocimiento, para lo cual describe su contenido, su localización, su distribución y su utilización [126; 133]. Es conocido como modelo de los pilares de Karl Wiig, *“se basa en la exploración y adecuación del conocimiento, la estimación y evaluación del valor del conocimiento y las actividades relacionadas y la actividad dominante en la gestión del conocimiento”* [129]. Los pilares a los que hace referencia el modelo incluyen: exploración del conocimiento, evaluación del conocimiento y GC.

El principal aporte del modelo radica en el uso del conocimiento y los procesos de creación, codificación y aplicación del conocimiento, especificándose su contenido, localización y distribución. Su limitación consiste en que no distingue entre la dimensión epistemológica y la ontológica, lo cual constituye la esencia para comprender las necesidades de transformación del conocimiento entre las taxonomías tácito-explicito y la evolución del conocimiento individual hacia el colectivo entre diversas organizaciones (inter-organizacional).

### Modelo Nonaka - Takeuchi

Este modelo, se basa en el supuesto de que el conocimiento se crea y expande a través de la interacción social entre el conocimiento tácito y el explícito, lo cual se reconoce como conversión o transformación del conocimiento. Es a través de esta conversión social, que los conocimientos tácitos y explícitos se expanden tanto en cantidad como en calidad [127; 134-136]. Nonaka y Takeuchi proponen cuatro formas de transformación del conocimiento [127; 128]: socialización (transformación tácito a tácito), exteriorización (transformación tácito a explícito), combinación (transformación explícito a explícito) e interiorización (transformación explícito a tácito). La creación del conocimiento organizacional, requiere que el conocimiento individual adherido se socialice con otros miembros de la organización, iniciando así una nueva espiral de creación de conocimiento que abarca las dimensiones epistemológica y ontológica (ver figura 1) [128].

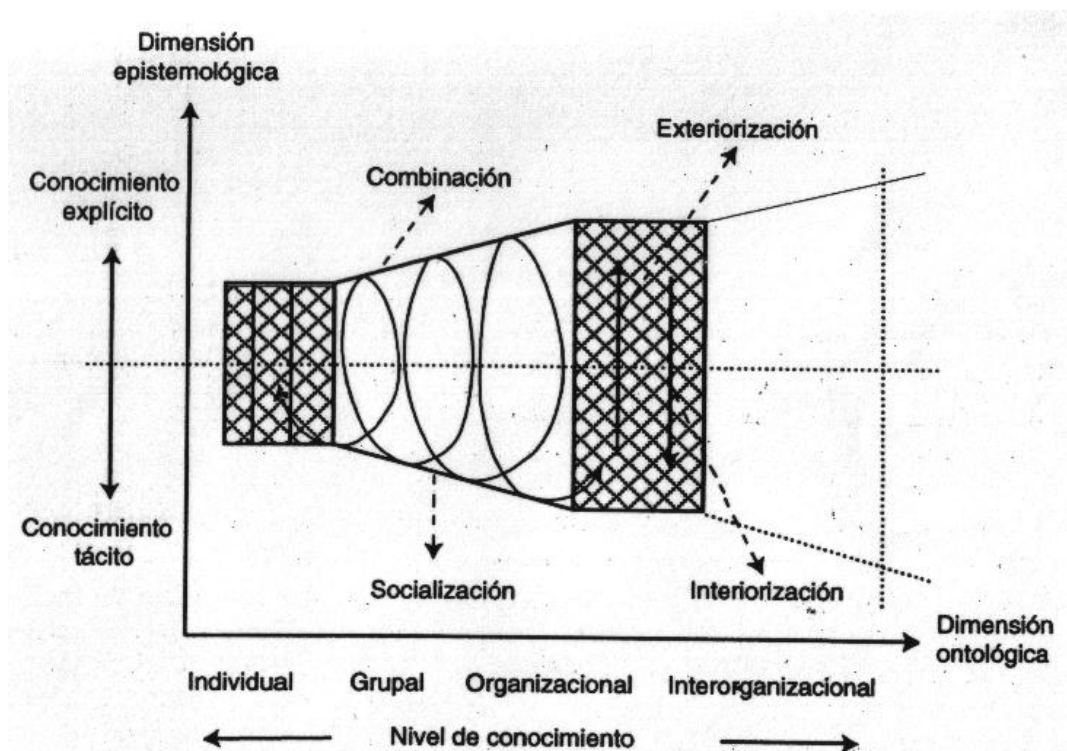


Figura 1: Espiral de creación de conocimiento organizacional. Fuente: [128].



## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Para la investigación resulta esencial considerar la exteriorización, para una posterior codificación que garantice el empleo de las tecnologías en aras del procesamiento de grandes volúmenes de información. Otro aporte fundamental es el tratamiento del conocimiento desde las perspectivas epistemológica y ontológica, que refleja la evolución hacia el tratamiento inter-organizacional del conocimiento; de este modo Nonaka y Takeuchi resuelven la limitación del modelo de Wiig. La principal desventaja del modelo es que no profundiza en los mecanismos para ejecutar las transformaciones del conocimiento.

### Modelo de Andersen

El modelo sostiene que existe la necesidad de acelerar el flujo de la información que tiene valor, desde los individuos a la organización y de regreso a los individuos, de manera que puedan emplearla para crear valor para los clientes [71; 132; 137]. Fomenta la creación de una infraestructura organizativa que favorezca la innovación y el aprendizaje desde una perspectiva individual, a partir de la responsabilidad personal de compartir y crear procesos para capturar, analizar y distribuir las habilidades. Uno de sus objetivos primordiales consiste en hacer explícito el conocimiento para la organización. Andersen propone la implementación de dos tipos de sistemas [132]: el conocimiento empaquetado que comprende la generalización de BP, el uso de metodologías, herramientas y la creación de una biblioteca de propuestas e informes; y las redes de intercambio que abarcan la creación de comunidades de práctica y un ambiente de aprendizaje compartido.

Del modelo de Andersen se considera relevante para la investigación, el intercambio y retroalimentación del conocimiento individual y el colectivo mediante la socialización, contribuyendo a una mejora gradual y continua en base a las experiencias adquiridas. Además, el uso del conocimiento empaquetado como generalización de BP y las redes de intercambio para el aprendizaje colectivo, favorecen la concepción de una estrategia. La

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

principal desventaja radica en que no profundiza en el conocimiento epistemológico y no hace referencia a los métodos o técnicas que contribuyan a la transformación del conocimiento en los procesos de captura, análisis, aplicación, valoración y distribución del conocimiento.

### Modelo de Matturro

El modelo de Matturro permite gestionar el conocimiento y el aprendizaje basado en la experiencia de los miembros de una organización. El aprendizaje se realiza de forma continua, para que las BP actuales aplicadas puedan ser reutilizadas en el futuro. El modelo va más allá de la simple captura de la experiencia, implica la prestación de instrucciones sobre cómo utilizar la experiencia para identificar las lecciones aprendidas y proponer las mejores prácticas que luego serán integradas en un repositorio para su uso futuro. Consta de las fases: iniciación, preparación, familiarización, actuación, educación, integración, revisión y conclusión [29]. Propone unificar la planificación estratégica tradicional al establecimiento de objetivos estratégicos de conocimiento, por lo que se convierte en una herramienta para dirigir la organización hacia la acumulación sistemática de conocimiento y experiencia, tanto individual como colectiva.

El aporte esencial de Matturro a la investigación, es la concepción de la planificación estratégica de la GC. Además, atendiendo al contexto de la solución, se consideran las fases de preparación, familiarización, educación y revisión para su uso en la concepción de la estrategia.

### Modelo de Dalkir

Dalkir en su propuesta simplifica el ciclo de vida de la GC mediante la combinación de fases de otros modelos y la identificación de actividades claves vinculadas a las fases principales. El ciclo de vida se compone de las seis fases que operan sobre el conocimiento:

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

creación/captura, valoración, compartición/difusión, contextualización, aplicación/uso y actualización [130; 131].

La principal contribución del modelo a la investigación, es que inserta la dimensión tecnológica para elevar la eficiencia en la GC y garantiza que el conocimiento sea continuo, actualizado y retroalimentado mediante los ciclos de la gestión. Se consideran además, todas las fases como necesarias para concebir una estrategia de GC.

A partir del análisis de los modelos de la GC se consideran como elementos importantes para la investigación:

- Del modelo de Wiig los procesos de: creación del conocimiento para la generación de escenarios de mejora y sus pronósticos de éxito a partir de las experiencias almacenadas, codificación del conocimiento para estructurar el conocimiento a procesar y aplicación del conocimiento para describir las formas de uso del conocimiento en cada una de las etapas de una estrategia de GC. Además, la localización del conocimiento para su almacenamiento en la base de experiencias o para identificar propietarios en caso del conocimiento tácito, y la distribución para apoyar la socialización de las experiencias.
- Del modelo de Nonaka-Takeuchi, el tratamiento de las dimensiones epistemológica y ontológica para la evolución hacia el tratamiento inter-organizacional del conocimiento, considerando que las experiencias de las organizaciones en la MPS puedan emplearse para proponer escenarios de mejora a otras. Además, las cuatro formas de transformación del conocimiento para:
  - la socialización de las experiencias adquiridas individualmente por una organización, para el pronóstico del resultado de otras ante una MPS.

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- la combinación de las experiencias de organizaciones en la MPS, para mostrar escenarios de mejora a una organización que desea iniciarla y pronosticar el éxito o fracaso en la MPS.
- la interiorización como parte del análisis e interpretación de la organización que se pronostica, para aplicar los escenarios de mejora propuestos con vista a obtener un resultado más favorable en la evaluación de la MPS.
- la exteriorización del resultado de la organización al aplicar un escenario de mejora propuesto, para la evaluación del pronóstico emitido.
- Del modelo de Andersen, el intercambio y retroalimentación entre el conocimiento individual (orientado a las experiencias de una organización) y el conocimiento colectivo (orientado a las experiencias de un conjunto de organizaciones que ha optado por la MPS), así como a su capacidad de aprendizaje. Además, la concepción de conocimiento empaquetado para el diseño de una base de experiencias que favorezca la gestión y las redes de intercambio, para promover el aprendizaje compartido tanto organizacional como inter-organizacional, mediante una herramienta informática que facilite la gestión.
- Del modelo de Maturro, la planificación estratégica de la GC para la concepción de una estrategia.
- Del modelo de Dalkir, la dimensión tecnológica para facilitar la GC y procesar grandes volúmenes de información.
- Además, se combinan las fases de Maturro y Dalkir para definir una estrategia de GC, de manera que contenga las siguientes etapas:
  - Inicio: creación/captura, preparación, contextualización y revisión.
  - Propuesta de escenarios de mejora: valoración, educación y compartición/difusión.
  - Aplicación de recomendaciones y evaluación de resultados: aplicación/uso, familiarización, revisión y valoración.

- Retroalimentación de resultados: actualización.

Actualmente la información que manejan las organizaciones en el desarrollo de sus procesos, tiende a crecer desmedidamente mientras que la capacidad del hombre para procesar estos volúmenes de información permanece constante. Por ello, se hace necesario aplicar técnicas y procedimientos para estructurar correctamente la información y facilitar así la reutilización de experiencias con vista a la toma de decisiones. En este punto juega un papel protagónico la aplicación de técnicas de IA como herramientas de apoyo a la GC, que procesen la información transformándola en conocimiento útil para un pronóstico y recomendación de escenarios antes de la inversión en la MPS.

### **1.3.2 Inteligencia Artificial aplicada a la Mejora de Procesos de Software**

El término IA es oficialmente reconocido en 1956 en el marco de la Conferencia de Dartmouth, donde varios investigadores se reúnen para discutir acerca de las máquinas y su posibilidad de comportarse de manera inteligente [138]. El matemático John McCarthy, profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts, propuso este término para agrupar a todos los métodos, técnicas e intentos de simular el intelecto humano en la computadora [139].

Russell y Norving muestran diversas definiciones del término IA, las cuales se organizan en cuatro categorías: sistemas que actúan como humanos, sistemas que piensan racionalmente, sistemas que actúan racionalmente y sistemas que piensan como humanos [139]. De estas clasificaciones la que más se ajusta al desarrollo de la investigación es “*sistemas que piensan como humanos*”. Bellman [140] define la IA como “*la automatización de actividades que asociamos con el pensamiento humano, actividades como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...*”. En esta rama de la IA el aprendizaje automático es esencial para el proceso de toma de decisiones. El aprendizaje incluye la adquisición del conocimiento, su

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

organización y representación, el desarrollo de un motor de aprendizaje, así como el descubrimiento de nuevos hechos mediante la observación y experimentación [141].

Para apoyar la toma de decisiones en la MPS desde dos aristas: guiar los esfuerzos hacia mejores escenarios en la MPS y pronosticar el resultado previo a la inversión, se considera oportuna la reutilización de experiencias asociadas al uso de FCE y BP. En este sentido se identifican tres necesidades:

- Necesidad de recomendación de escenarios para mejorar el estado inicial de una organización previo a la inversión en la MPS. En la investigación esta necesidad se aborda por sus características, como un problema de optimización para obtener mejores escenarios respecto al estado inicial previo a la inversión en la MPS.
- Necesidad de pronosticar el éxito o fracaso de escenarios para conocer si es factible invertir en la MPS. En la investigación se aborda por sus características, como un problema de clasificación donde se requiere identificar si un estado inicial o escenario de mejora tiene tendencia al éxito o fracaso en la MPS.
- Necesidad de identificar relaciones de asociación entre BP y medidas de los FCE para conocer qué medidas de FCE van a estar influenciadas positivamente con la aplicación de las BP y en base a ello proponer los escenarios de mejora. En la investigación se aborda, como un problema de asociación atendiendo a la identificación de dependencias entre variables dependientes (medidas de los FCE) y variables independientes (BP), ya sean métricas o no métricas.

### Optimización

La optimización es un proceso clásico dentro de la toma de decisiones y un problema comúnmente solucionado mediante la aplicación de técnicas de IA. Comprende la formulación del problema, su modelación, la optimización del modelo y la implementación de

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

la solución [142]. En el contexto de la investigación, la optimización se concibe como el proceso de encontrar la mejor solución posible para un determinado problema. Constituye un refinamiento continuo que, si bien puede no retornar un resultado óptimo, tiene como fin la obtención de mejores resultados considerando las variables iniciales y las restricciones del problema en cuestión. Este proceso puede ser aplicado al soporte de la toma de decisiones en diferentes entornos, entre ellos, a las organizaciones que se enfrentan a la MPS. Resulta de gran utilidad para las organizaciones al iniciar un proyecto de MPS, conocer mejores escenarios respecto al estado inicial sobre la base de las BP que se puedan aplicar.

Los problemas de optimización combinatoria suelen ser solubles mediante el uso de meta-heurísticas, familia de algoritmos aproximados de propósito general que guían una heurística subordinada, combinando de forma inteligente distintos conceptos para explorar y explotar adecuadamente el espacio de búsqueda [143; 144]. Según Hertz y Kobler [145], las técnicas para resolver problemas complejos de optimización han evolucionado progresivamente de métodos constructivos a métodos de búsqueda local y finalmente a algoritmos basados en poblaciones. Se considera relevante la aplicación de estos últimos, específicamente el uso de algoritmos evolutivos, pues su flexibilidad permite la utilización de prácticamente cualquier función objetivo para evaluar las soluciones, incluso cuando estas evaluaciones requieran ejecutar complejas simulaciones matemáticas y/o procedurales de los sistemas bajo análisis [144]. Estos algoritmos tratan de simular la evolución biológica de las especies [146]; en el contexto de la investigación, el estado inicial representa un individuo y las experiencias almacenadas la población sobre la cuál realizar las búsquedas. Haciéndose necesaria la optimización de los atributos de un individuo, destaca la importancia de una selección en la base de experiencias, proporcional a la aptitud de cada individuo. Por tanto, se considera para la presente investigación, el uso de AG como técnica de optimización para solucionar la necesidad presentada.

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Los AG son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de selección y genética natural extraída de la teoría de Darwin, razón por la cual cuentan con un enorme poder de exploración de su contraparte natural y muestran eficacia en el descubrimiento de soluciones de alta calidad en grandes espacios de búsqueda [144; 146-149]. Combinan la supervivencia del más apto entre estructuras de secuencias con un intercambio de información estructurado, aunque aleatorio [150; 151]. Para alcanzar la solución a un problema se parte de un conjunto inicial de individuos, llamado población y generado aleatoriamente. Cada uno de los individuos representa una posible solución al problema, que evoluciona tomando como base los esquemas sobre la selección natural, y se adapta en mayor medida a la solución requerida, tras el paso de cada generación [144; 147; 148; 150; 152-154].

### Clasificación

El objetivo de la clasificación es predecir la clase de pertenencia de nuevos patrones, a partir del modelo obtenido por el clasificador, con una serie de patrones proporcionados como entradas. Clasifica un dato dentro de una de las clases categóricas predefinidas [155]. Constituye un problema en el que la tarea es clasificar ejemplos dentro de un conjunto discreto de posibles categorías [148; 156; 157]. Entre las técnicas de IA para el tratamiento de problemas de clasificación se encuentran los árboles de decisión, el análisis discriminante y la RNA. En el marco de la investigación es importante considerar no solo la necesidad de clasificar el pronóstico de una organización ante la MPS en éxito o fracaso, sino además el reajuste dinámico de los pesos asociados a los FCE para ello; por lo cual resulta oportuna la aplicación de una RNA que favorezcan el aprendizaje mediante el reajuste automático de los pesos asociados a las conexiones de la red.

Una RNA es un sistema de procesamiento de información compuesto por elementos de procesamiento (neuronas), profusamente conectados entre sí a través de canales de



## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

comunicación [154; 157-161]. Atendiendo a que se aborda un problema de clasificación, es apropiado el uso de una RNA cuyo aprendizaje sea supervisado y unidireccional, específicamente el perceptrón multicapas, arquitectura que generalmente es entrenada utilizando el algoritmo de retropropagación del error (backpropagation en la literatura de idioma inglés) [162-167]. La esencia del aprendizaje del backpropagation es codificar un mapeo de entrada-salida en los pesos y umbrales sinápticos de un perceptrón multicapa. Se espera que la red esté bien entrenada para que aprenda lo suficiente sobre las experiencias previas como para generalizarse hacia el futuro [167].

A pesar de las potencialidades que presentan las RNA, una arquitectura que da solución a un problema determinado no puede ser utilizada para resolver otro, por lo que en este caso se hace necesario definir una nueva arquitectura desde el inicio [158]. En estas condiciones, se requiere la construcción de un sistema inteligente auto-adaptativo basado en RNA para solucionar cualquier problema que se presenta como un conjunto de patrones de entrenamiento [157; 168]. En el marco de la investigación y teniendo en cuenta la variabilidad de las medidas de los FCE en la MPS, que constituyen los patrones de entrada de la RNA, se considera el uso de una RNA evolutiva que permita adaptarse a las distintas condiciones. Además, es favorable emplear para la construcción y aprendizaje de la RNA, AG que permitan la evolución de la topología y los pesos, así como el algoritmo backpropagation para refinar la evolución de los pesos de la red [169; 170].

### Asociación

Los problemas que abordan la asociación intentan buscar las posibles relaciones entre variables y constituyen un soporte a la toma de decisiones. Existen diversas técnicas de análisis multivariante para identificar relaciones de dependencias como: Análisis de Componentes Principales (PCA por sus siglas en inglés), regresión múltiple, discriminante

múltiple, correlación canónica, modelo de ecuaciones estructurales y reglas de asociación [159; 171; 172]. Teniendo en cuenta que se requiere la extracción de dependencias a partir del conocimiento almacenado, así como el tratamiento de variables métricas y no métricas en combinación, se considera apropiado el uso de reglas de asociación para identificar la influencia de BP sobre una o más medidas de FCE, para la optimización de escenarios de mejora.

Las reglas de asociación se utilizan para representar e identificar dependencias entre los elementos de un conjunto de datos [159; 173; 174], son implicaciones que relacionan la presencia de elementos en las transacciones. Una regla de asociación puede definirse como una expresión de la forma  $X \rightarrow Y$ , donde  $X$  y  $Y$  son elementos tal que  $X \cap Y = \emptyset$ . Se pretende identificar, dado un conjunto de transacciones, la ocurrencia de un elemento o varios basado en la presencia de otros [173; 174]. El objetivo es encontrar todas las reglas que cumplen con un índice de soporte y confianza mayor o igual al umbral definido para cada una de estas métricas [172; 175-177].

### **1.4 Diagnóstico para valorar el uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas**

Para abordar el problema de la investigación, se hace necesario realizar un diagnóstico que caracterice la situación actual del uso de la información de los FCE y las BP con vista a la toma de decisiones en la MPS. Se consideró oportuna su aplicación en organizaciones tanto de desarrollo de software como de evaluación de calidad del software en el entorno nacional e internacional. Para realizar el diagnóstico 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

## MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

decisiones en la MPS. Además, se realizaron entrevistas a miembros de organizaciones cubanas que poseen experiencias en proyectos MPS. En la encuesta aplicada (ver anexo 3) se valoraron los siguientes indicadores:

- Si se usa la información de los FCE y las BP de la MPS.
- Para qué 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 los FCE para pronosticar el éxito o fracaso en la MPS.
- Grado de importancia del uso de BP en la mejora del estado de las organizaciones frente a MPS.
- Grado de importancia del uso de la influencia de las BP sobre medidas de los FCE para la MPS.

Para el procesamiento de los resultados de la aplicación de la encuesta, se asignó un rango de importancia entre 1 y 10 aplicando la escala: Muy Alto para los valores 10 y 9, Alto para los valores 8 y 7, Medio para los valores 6 y 5, Bajo para los valores 4 y 3, y Ninguno para los valores 2 y 1. Participó en la encuesta una representación de 33 organizaciones, de ellas 22 del entorno nacional y 11 del internacional. Las organizaciones nacionales estuvieron representadas por: trece centros de desarrollo de la UCI, dos departamentos de CALISOFT, una división de Desoft S.A, dos organizaciones del MICOM, dos centros de la Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa (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).

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

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; en el caso de los que manifestaron no usarla, el 92,00% considera importante el uso de la información en su organización. El criterio de los encuestados sobre el grado de importancia del uso de la información 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%. Respecto al grado de importancia del uso de la información de los FCE para pronosticar el éxito o fracaso en la MPS, las evaluaciones fueron de un 84,85% Muy Alto y un 12,12% Alto. Sobre el grado de importancia del uso de la información 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 información 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 antes descrito refleja:

- Los bajos índices del uso de los FCE y las BP de la MPS, así como el reconocimiento de la importancia de su uso para guiar los esfuerzos en la MPS.
- El reconocimiento de la importancia de emplear los FCE para pronosticar el resultado en la MPS, así como las BP en la mejora del estado de las organizaciones para enfrentar la MPS.
- El reconocimiento de la importancia de emplear la influencia de BP sobre FCE para la MPS.

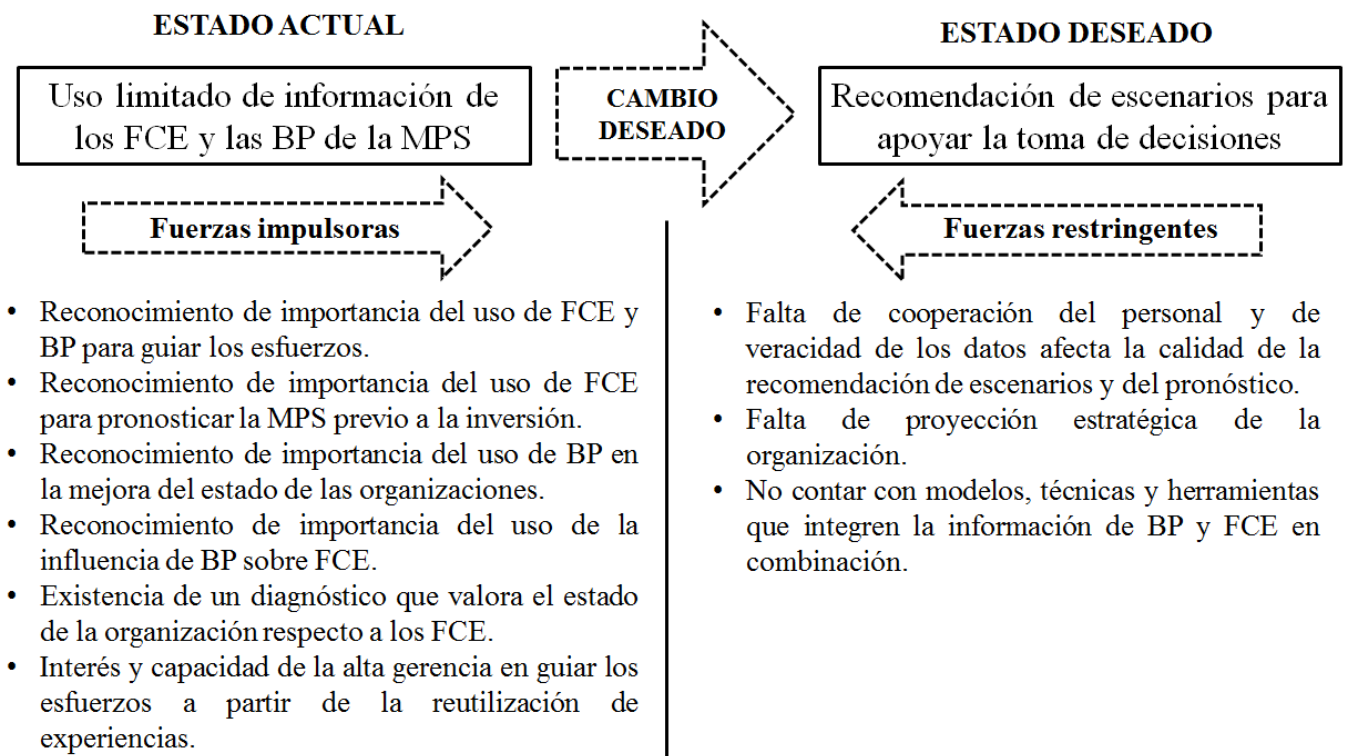
Estas valoraciones reflejan la necesidad del desarrollo de la investigación y fueron consideradas para la propuesta inicial del diagrama de campo de fuerza. Para identificar las fuerzas impulsoras y restringentes se emplearon las técnicas de grupo focal, análisis de campo de fuerzas y entrevistas a profundidad. El grupo focal es una técnica de investigación cualitativa para recolectar opiniones y conocimientos acerca de un tema específico, resulta una modalidad de entrevista grupal abierta y estructurada que utiliza la comunicación entre

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

investigador y participantes [178-180]. El diagrama de campo de fuerzas es una herramienta utilizada para ayudar a facilitar cambios significativos en las organizaciones, visualiza el cambio como fuerzas diferentes que compiten entre sí: las fuerzas impulsoras (facilitan el cambio) y las fuerzas restringentes (evitan que el cambio ocurra) [181].

El grupo focal se desarrolló en dos sesiones de 90 minutos cada una para identificar fuerzas impulsoras y restringentes para el cambio del que es objeto la investigación. En la primera ronda el moderador presentó una propuesta inicial de diagrama de campo de fuerza, sobre la cual se desarrolló el debate inicial. Entre una sesión de grupo focal y otra, se realizaron entrevistas a profundidad a los participantes para fundamentar las fuerzas impulsoras y restringentes propuestas. El desarrollo de dos rondas posibilitó llegar a un mayor consenso. Participaron siete personas: dos especialistas de CALISOFT, tres miembros de centros de desarrollo de la UCI involucrados en la MPS y dos de la XETID. Se definieron las fuerzas impulsoras y restringentes (ver figura 2), sumando 70 las impulsoras y 27 las restringentes. Se evidencia así que el cambio es viable.

Los participantes en el diagnóstico, reconocen la importancia de la MPS, de recomendar escenarios de mejora y pronosticar el resultado previo a la inversión en la MPS, considerando el uso de los FCE y las BP. A partir de los criterios expuestos 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.



**Figura 2: Diagrama de campo de fuerzas.**

### 1.5 Conclusiones del capítulo

1. La MPS se caracteriza por:

- a) Aportar ventajas significativas respecto a la madurez y competitividad de las organizaciones.
- b) Ser un proyecto que requiere cambios culturales y organizativos para el éxito, los cuales son complejos de abordar y requieren una gran inversión de recursos y tiempo.
- c) Sus modelos y métodos, ofrecen un marco para acometerla especificando qué acciones deben ejecutar las organizaciones para la MPS, pero no guían los esfuerzos hacia cómo ejecutarlas.
- d) Las organizaciones no consideran las condiciones que poseen como punto de partida y que son determinantes en el resultado. Solo el modelo SI.MPS.Cu aborda el uso de la información de los FCE para evaluar las condiciones de la organización, previo a la

## **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

MPS. Sin embargo, no se realiza un análisis de la influencia en combinación de las BP sobre los FCE, para recomendar escenarios y apoyar la toma de decisiones en la MPS.

2. La definición de BP y recomendaciones asociadas, brindan el marco adecuado para guiar los esfuerzos hacia el cómo implementar acciones que conduzcan el cambio hacia escenarios de mejora en la MPS.
3. La recomendación de escenarios y acciones que guíen los esfuerzos en la MPS, y el pronóstico del éxito previo a la inversión en la MPS a partir de la reutilización de experiencias, pueden favorecer la toma de decisiones en la MPS.
4. El análisis de los modelos de GC establece las bases para la concepción de una estrategia de GC, la cual debe desarrollarse teniendo en cuenta las etapas: inicio, propuesta de escenarios de mejora y generación de recomendaciones, aplicación de recomendaciones y evaluación de resultados, y retroalimentación de resultados.
5. Para el análisis de la información asociada a BP y FCE en combinación, es necesario apoyarse en técnicas de IA que faciliten la transformación y el procesamiento de la información para apoyar la toma de decisiones en la MPS
6. El uso de la información de los FCE y las BP es limitado tanto en el entorno nacional como internacional. Se reconoce por los profesionales la alta importancia del uso de esta información en el apoyo a la toma de decisiones; sin embargo, no constituyen una práctica por la ausencia de modelos, técnicas y herramientas que integren la información de los FCE y las BP en combinación.

**CAPÍTULO 2. MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS  
AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE**



# **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

## **CAPÍTULO 2. MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE**

### **2.1 Introducción del capítulo**

En el capítulo se describe el Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS, fundamentándose los componentes que lo integran para su comprensión. Se integran FCE, BP y recomendaciones extraídas de la literatura y de experiencias documentadas. Se describe la estrategia de GC que guía a las organizaciones para aplicar el modelo y la herramienta informática que le soporta.

### **2.2 Buenas Prácticas para el tratamiento de Factores Críticos de Éxito**

La medición como proceso proporciona una visión más profunda para una evaluación objetiva [38; 182]. Existen varios enfoques para ayudar a los directivos de las organizaciones a identificar y analizar los problemas con el fin de apoyar la toma de decisiones, la mayoría de los enfoques se basa en técnicas cuantitativas, como la medición de atributos y los indicadores, todos ellos recogidos en el área del conocimiento de la medición y análisis [183]. Los FCE definidos por Trujillo [26; 46; 62; 71], se centran en la etapa previa a la inversión de recursos en la MPS y están contextualizados a la industria del software cubana, aunque pueden ser aplicables en otros entornos de desarrollo. Además, ofrecen mediciones a través de la definición de indicadores y medidas para evaluar las condiciones de la organización al iniciar la MPS, independientemente del modelo de referencia que emplean, pero sin dejar de considerar el nivel de implementación del modelo seleccionado por la organización. Por ello, en el contexto de 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 (ver anexo 1). 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.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

- La revisión sistemática a la bibliografía: identifica, evalúa y combina la evidencia de los estudios de investigación primaria utilizando un método explícito y riguroso; además es un medio para evaluar e interpretar la información relevante disponible asociada a una investigación [184; 185].
- El método Delphi: tiene un amplio uso a nivel internacional en varias áreas del conocimiento; su propósito es socializar, exteriorizar y combinar el conocimiento de los expertos bajo un anonimato, posibilitando la participación de expertos geográficamente dispersos [26; 186; 187].
- El grupo focal: es un tipo de entrevista grupal para recolectar opiniones y conocimientos sobre un tema específico. Su aplicación estimula a los miembros a emitir ideas sobre el objeto en investigación y la interacción entre ellos permite considerar aspectos adicionales o identificar problemas comunes [26; 178-180].

Para aplicar Delphi y grupo focal es necesaria la identificación de expertos en la MPS. Para ello se consideraron los siguientes criterios a partir del análisis de síntesis curricular como vía de selección de expertos desarrollado por Trujillo [26]:

- Haber desempeñado roles relacionados con la MPS.
- Más de cinco años en la industria del software y más de tres años vinculados a la MPS.
- Haber introducido exitosamente al menos un paquete de MPS en organizaciones desarrolladoras de software.
- Poseer conocimientos en ingeniería, calidad, metodologías, modelos y estándares de software.
- Haber publicado sus experiencias en la MPS.

Para la selección de los expertos, se revisó la síntesis curricular de los candidatos (ver anexo 4), seleccionándose 15 expertos. A continuación, se enuncian las características de este grupo que avala su calidad para la investigación:

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

- El 86,67% proviene de la industria cubana del software. Se incorporaron expertos internacionales para obtener además una visión externa.
- 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, con diferentes clasificaciones de tamaño y tipo de productos de desarrollo.
- 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, ya sea en revistas como eventos.

Para la identificación de BP se realizó la revisión bibliográfica de artículos sobre el tema, así como de las experiencias documentadas. Luego se enriqueció esta información particularizándolo al entorno cubano con la ayuda de expertos tanto nacionales como internacionales, directivos y miembros de organizaciones, haciendo uso del método Delphi en su primera ronda. Los resultados obtenidos en la ronda se sometieron al grupo focal donde se enriqueció la propuesta con experiencias reales, proponiéndose además las recomendaciones para la ejecución de las BP. Por último, se aplicó la segunda ronda de Delphi con la información refinada en el paso anterior. Finalmente, se obtuvieron las BP y recomendaciones empleadas en la investigación.

### **Identificar BP (análisis bibliográfico)**

Para la identificación de las BP, 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. De las BP extraídas en la revisión bibliográfica, se determinaron aquellas con una mayor frecuencia de análisis. 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

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

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, lo cual muestra la actualidad y dimensión internacional de la problemática. Del análisis se identificaron 62 BP (ver anexo 5), de ellas 40 quedaron por debajo del umbral definido para la frecuencia de un 20%. No obstante, considerándose la dispersión en la literatura y al no existir precedentes en Cuba, se determinó someter todas a la primera ronda de expertos.

### **Identificar BP (Delphi ronda 1)**

A partir de las BP abordadas en la bibliografía, se realizó la primera ronda de Delphi para adaptar las BP al contexto nacional. La encuesta (ver anexo 6) aplicada fue abierta en su primera ronda para obtener un criterio más abarcador de los expertos. Durante el procesamiento de las encuestas a expertos (ver anexo 6), se observó la correspondencia entre la votación de los expertos y el análisis bibliográfico en cuanto a la necesidad de considerar las BP antes identificadas. 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 tres BP en la pregunta abierta, no identificadas en la literatura:

- Definir medidas de seguridad físicas y emocionales.
- Proporcionar recursos que garanticen las condiciones de trabajo
- Proporcionar un ambiente de trabajo agradable y ergonómico.

### **Identificar BP y recomendaciones (grupo focal exploratorio)**

El grupo focal exploratorio se realizó con los siguientes objetivos:

- Validar la conceptualización de las BP, a partir de los elementos identificados en el análisis de la bibliografía y la consulta con expertos, enriqueciéndolo con el criterio de directivos y

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

miembros de organizaciones que desarrollan MPS. Se incorporan para ello, las BP sugeridas por los expertos y no identificadas en la literatura.

- Identificar recomendaciones que permitan establecer el cómo ejecutar las BP en una organización desarrolladora de software con vista a una MPS exitosa.

Para el desarrollo del grupo focal se conformaron dos equipos y se realizaron dos sesiones de trabajo. En la primera sesión el moderador presentó las BP identificadas con las respectivas frecuencias de la presencia de las BP en la bibliografía y en la consulta con expertos cubanos, así como la propuesta de conceptualización de las BP extraídas de la bibliografía y las propuestas por los expertos. En esta sesión cada grupo refinó la conceptualización de BP y realizó propuestas de recomendaciones para viabilizar su ejecución. En la segunda sesión, se reunieron los dos grupos para consensuar los elementos analizados y propuestos individualmente. La guía de las sesiones de los grupos se muestra en el anexo 7. Como resultado del análisis de la segunda sesión, se llegó al consenso de los siguientes elementos:

- Mantener 46 de las 62 BP identificadas en la bibliografía.
- Considerar las siguientes BP extraídas de la literatura como recomendaciones de otras BP:
  - Promover los beneficios de MPS entre la gerencia y los miembros del personal de la organización.
  - Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.
  - Monitorear activamente la ejecución de la MPS por la alta gerencia.
  - Definir procesos simples, fáciles de entender y seguir.
  - Definir procesos robustos y adaptables al entorno cambiante.
  - Involucrar líderes de equipos que conozcan la ingeniería de software y posean antecedentes técnicos.
  - Adaptar el pago a las actividades concretas de los involucrados.
  - Definir criterios para la selección del personal técnico que guiará la MPS.
  - Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.
  - Analizar los factores de resistencia al cambio.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

- Definir los indicadores de desempeño.
  - Definir cronogramas para la MPS de un año o menos.
  - Estimular el trabajo en equipo.
  - Brindar un liderazgo y apoyo firmes para MPS.
  - Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS.
  - Realizar intercambios de experiencia con otras organizaciones que están en proyectos MPS.
- Incorporar las tres BP propuestas por los expertos en la primera ronda de Delphi:
    - Proporcionar recursos que garanticen las condiciones de trabajo.
    - Proporcionar un ambiente de trabajo agradable y ergonómico.
    - Definir medidas de seguridad físicas y emocionales.
  - Considerar la conceptualización de las BP y la propuesta de recomendaciones como se muestra en el anexo 7.

### **Identificar BP y recomendaciones (Delphi ronda 2)**

A partir de la conceptualización de las BP y la propuesta de recomendaciones resultantes del grupo focal exploratorio, se aplicó otra encuesta para la segunda ronda de expertos con la conceptualización de las BP y propuesta de recomendaciones resultantes del grupo focal. Los expertos volvieron a dar su consideración sobre las BP, evidenciándose un mayor nivel de consenso que en la primera ronda y una mayor aceptación respecto a la propuesta de BP (ver anexo 8). Así mismo, los expertos valoraron el uso de las recomendaciones para la ejecución de las BP, observándose también una alta concordancia con las propuestas emitidas en el grupo focal (en todos los casos por encima del 70%).

Del análisis anterior se pudieron definir las BP que pueden ser aplicadas por una organización para mejorar su estado respecto a la MPS, a partir de su influencia positiva en los FCE. Además, se determinaron recomendaciones que permiten guiar los esfuerzos de las organizaciones hacia el cómo ejecutar las BP.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

### **2.3 Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software**

A partir de los elementos teóricos abordados en el capítulo anterior, se concibe el Modelo de Recomendación de Escenarios en la MPS, el cual da continuidad al modelo SIMPS.Cu y a la línea de investigación iniciada por Trujillo [26], desarrollándose algunas de sus recomendaciones en la presente investigación.

Se formaliza como **objetivo del modelo**: recomendar a las organizaciones desarrolladoras de software, escenarios de mejora y sus pronósticos de resultado, para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS, a partir de la información de los FCE y las BP en la MPS.

El modelo se sustenta en los siguientes **principios**:

- Integración del tratamiento de los FCE y BP en combinación, para recomendar escenarios de mejora y pronosticar el resultado de los mismos en la MPS.
- Reutilización de experiencias como base para el cumplimiento del objetivo del modelo, y su implementación mediante la aplicación de técnicas de IA.
- Modelación de la información entorno a la MPS, FCE y BP.
- Aprendizaje intra e inter-organizacional.

Los **enfoques** científicos del modelo son:

- Holístico: se expresa en la concepción global de todos los componentes del modelo como un todo integrado, evolutivo, organizado y sucesivo.
- Mejora continua: se expresa en la retroalimentación de los resultados de la mejora y el análisis de las contribuciones del modelo.
- Estratégico: se manifiesta en la reutilización de experiencias por medio de la estrategia de GC para la recomendación de escenarios. Con la aplicación del modelo, la organización posee orientación para alcanzar un escenario más propicio para el éxito en la MPS.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

Las **cualidades** que distinguen al modelo son:

- Integración: el modelo integra el uso de FCE y BP en combinación, para la recomendación y pronóstico de escenarios de mejora. Además, se distingue por la integración de técnicas de IA en una herramienta informática, que basada en la reutilización de experiencias, soporta tecnológicamente a la solución.
- Iterativo e incremental: los resultados de la aplicación del modelo pueden acordar una nueva iteración si los escenarios de mejora no adquieren un pronóstico deseado en la MPS. Cada iteración incrementa el número de experiencias a considerar para elevar la calidad de futuros análisis.
- Capacidad de retroalimentación: el modelo parte del estado inicial de la organización y se retroalimenta de los resultados de su instrumentación y de las experiencias almacenadas. Los resultados obtenidos y aplicados constituyen experiencias a considerar para futuras aplicaciones del modelo.

El modelo tiene como **premisas**:

- Voluntad de la alta gerencia de la organización para ejecutar la MPS.
- Personal calificado para aplicarlo con formalidad y rigor.

La **aplicabilidad** del modelo y sus componentes se concibe bajo la concepción de que puede ser empleado tanto en pequeñas, como medianas y grandes organizaciones. Es aplicable en cualquier organización de desarrollo de software en Cuba que desee acometer una MPS. Puede ser extensible a contextos de otros países si al valorar los FCE concebidos, estos responden al entorno en cuestión; de ser negativo se deben redefinir los FCE, BP y recomendaciones.

El modelo se centra en la etapa inicial de la MPS al ser la más difícil, donde se toman decisiones relevantes que implican el éxito o fracaso. Es donde se decide la ejecución o no del proyecto MPS y la inversión a realizar. Además, los FCE están definidos para la etapa inicial de la MPS.



## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

Las **entradas** del modelo son:

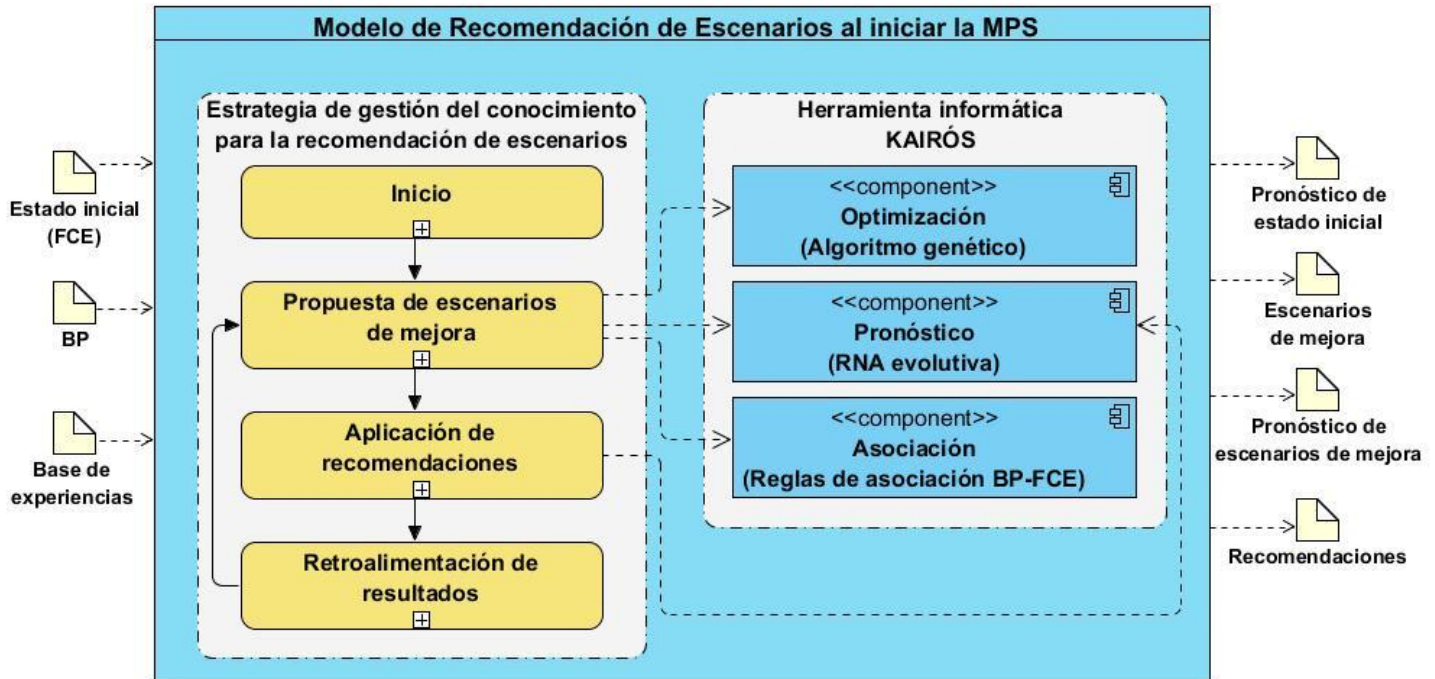
- Estado inicial: representa el estado de la organización (valores de medidas de los FCE) que desea iniciar la MPS.
- BP: representa el conjunto de BP que la organización puede aplicar para mejorar su estado actual.
- Base de experiencias: representa el conjunto de experiencias almacenadas (escenarios de organizaciones y resultados alcanzados, BP y recomendaciones aplicadas), sobre el cual se realiza el procesamiento de la información para generar las salidas del modelo.

Las **salidas** del modelo permiten realizar el plan de acción de la mejora de acuerdo a las condiciones de la organización, las mismas son:

- Escenarios de mejora: representan los escenarios optimizados (máximo y mínimo) que puede alcanzar la organización teniendo en consideración su estado inicial y las BP que puede aplicar.
- Pronóstico de resultado en la MPS de estado inicial y escenarios de mejora: refleja el pronóstico de resultado en la MPS tanto del estado inicial de la organización como de los escenarios de mejora propuestos.
- Recomendaciones: representan una guía a aplicar por la organización para ejecutar las BP y alcanzar los escenarios de mejora propuestos.

En la figura 3 se representa la vista genérica del Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS, el cual consta de dos componentes fundamentales: la estrategia de GC para la recomendación de escenarios al iniciar la MPS [67] y la herramienta informática que le soporta tecnológicamente, KAIRÓS. Se muestran además las etapas fundamentales que forman parte de la estrategia, así como los componentes informáticos que las implementan en KAIRÓS.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS



**Figura 3: Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS.**

En la etapa de Inicio de la estrategia se aplica el diagnóstico para identificar el estado inicial de la organización frente a la MPS y se identifican por la organización las BP que puede aplicar para mejorar. Con este conocimiento, en la etapa Propuesta de escenarios de mejora, se obtienen los escenarios de mejora a partir de la ejecución del componente informático de KAIRÓS Optimización, para lo cual se establecen las relaciones de dependencias entre BP y medidas de FCE con el uso del componente informático Asociación. Además, se pronostica el resultado del estado inicial y los escenarios propuestos con la ejecución del componente informático Pronóstico. Se proponen recomendaciones para alcanzar los escenarios de mejora y una vez aplicadas por la organización, se pronostica el nuevo estado alcanzado con el componente informático Pronóstico. En la última etapa de la estrategia se retroalimentan los resultados de la ejecución del proyecto MPS con las recomendaciones brindadas. Durante el desarrollo del capítulo se describen a mayor profundidad ambos componentes del modelo.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

### **2.3.1 Componente: Estrategia de Gestión del Conocimiento para la recomendación de escenarios**

La definición de una estrategia de GC en la solución del problema, se fundamenta en los elementos abordados en el epígrafe 1.3.1 Gestión del Conocimiento. El propósito de toda estrategia es vencer dificultades con una optimización de tiempo y recursos. La estrategia determina las metas y objetivos a alcanzar a largo, mediano y corto plazo, y sus elementos claves son la adaptación de acciones y recursos necesarios para alcanzar las metas [188; 189]. La GC, constituye en este caso el pilar para guiar a las organizaciones en el proceso de reutilización de experiencias, a fin de recomendar escenarios y acciones que apoyen la toma de decisiones al iniciar la MPS. La estrategia de GC, consta de dos momentos a analizar, el estado inicial de la organización para enfrentar la MPS y los escenarios de mejora que puede alcanzar mediante la aplicación de recomendaciones. La estrategia se fundamenta en los siguientes elementos.

#### **Objetivo**

Proveer a las organizaciones de desarrollo de software de una guía para conducir el cambio desde su estado inicial hacia escenarios de mejora mediante la GC asociada a los FCE y las BP.

#### **Instrumentación**

La estrategia de GC la aplican las organizaciones con interés en iniciar una MPS. Se pueden ejecutar tantas iteraciones como sean necesarias, hasta que la organización alcance un escenario adecuado para los directivos de la organización. Su ejecución involucra a los miembros del equipo de mejora, que deben ejecutar las recomendaciones para transitar del estado inicial hacia el escenario de mejora, aunque se debe definir por la organización un rol responsable de monitorear la ejecución y contrastar los resultados obtenidos.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

### Planeación estratégica. Actividades por etapas

Se definen cuatro etapas para lograr la transformación hacia un escenario de mejora. Las etapas y actividades de la estrategia se especifican a continuación y pueden observarse en la figura 4.

Etapa 1. Inicio: se valora el estado inicial de la organización para enfrentar la MPS considerando el comportamiento de los FCE. Se desarrollan los procesos: creación/captura, preparación, contextualización y revisión del conocimiento.

1. Actividad Aplicar diagnóstico inicial: se aplica el diagnóstico de Trujillo [62]. A partir del proceso de revisión, el conocimiento es capturado y con el resultado del diagnóstico, se obtiene un nuevo conocimiento que se contextualiza como el estado de la organización. El conocimiento (estado inicial), se estructura, prepara y almacena para su procesamiento. Se identifican además, las BP que puede aplicar la organización, para mejorar su estado inicial.

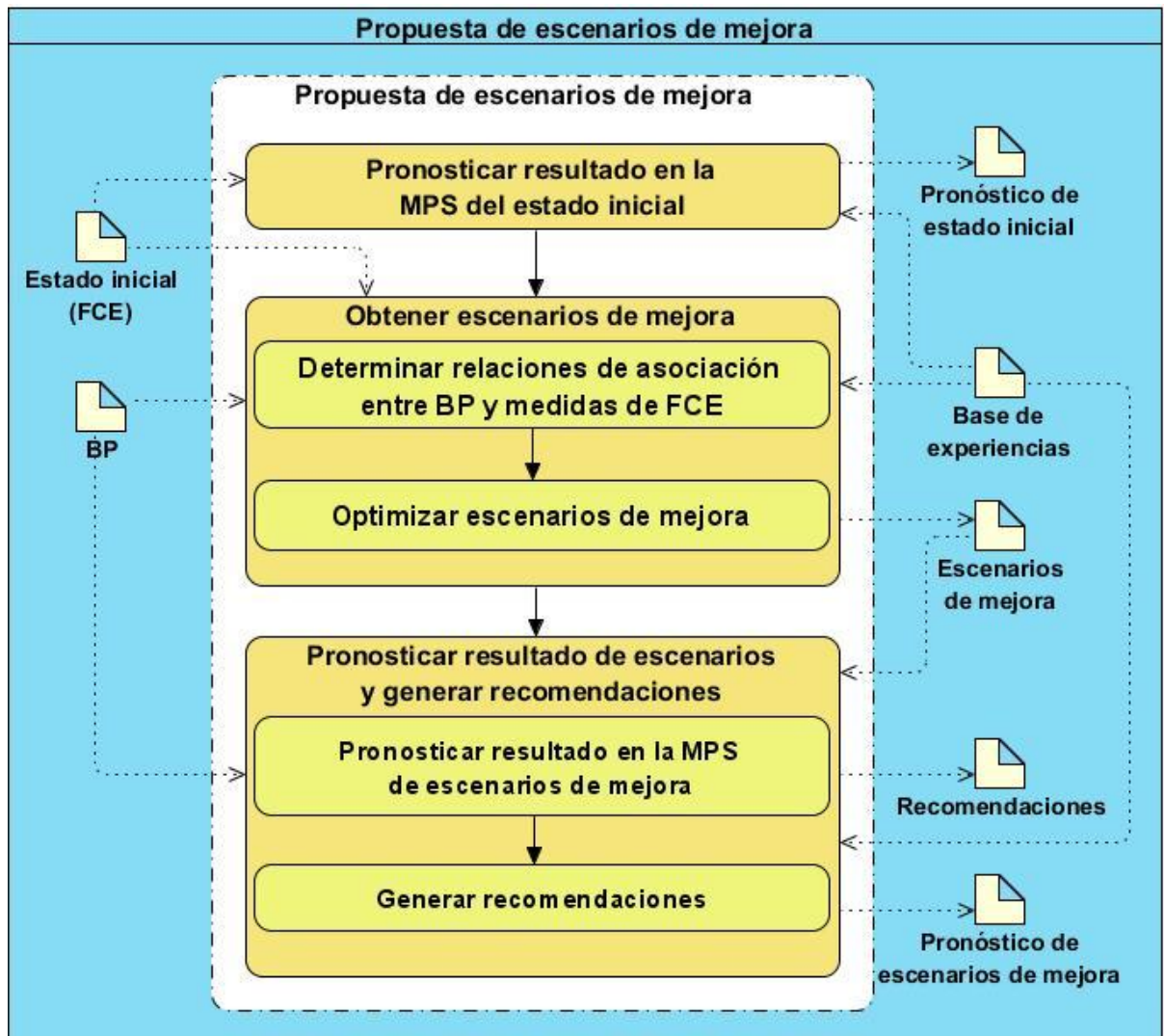
- Entrada: encuesta de diagnóstico de la organización.
- Salidas: estado inicial de la organización para la MPS (valores de las medidas de los FCE) y BP que puede aplicar la organización.

En esta etapa se realiza la exteriorización mediante la transformación del conocimiento tácito de los miembros de la organización al aplicarse el diagnóstico, a un conocimiento explícito que consiste en el estado inicial de la organización. Se exteriorizan las BP que puede aplicar la organización para mejorar su estado.



## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

pronostica el resultado en la MPS tanto del estado inicial como de los escenarios de mejora. Se generan, las recomendaciones para alcanzar los escenarios propuestos. Para ello se desarrollan los procesos: educación, valoración y compartición/difusión del conocimiento. Para una mejora comprensión de esta etapa por su dificultad, se elaboró una especificación que se muestra en la figura 5.



**Figura 5: Etapa 2 - Propuesta de escenarios de mejora.**

2. Actividad Pronosticar resultado en la MPS del estado inicial: se realiza el pronóstico del estado inicial de la organización en la MPS como resultado del proceso de educación del conocimiento, a partir de las experiencias de otras organizaciones. Con esta información, la organización realiza la valoración de si requiere optimizar su estado inicial, o si ya está

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

lista para iniciar la MPS. Para apoyar la educación del conocimiento, la estrategia usa la herramienta KAIRÓS con la ejecución de la RNA evolutiva para el pronóstico.

- Entradas: estado inicial de la organización para la MPS (valores de las medidas de los FCE) y base de experiencias.
  - Salida: pronóstico del estado inicial en la MPS.
3. Actividad Obtener escenarios de mejora: se realiza un proceso de optimización del estado inicial de la organización. Para ello se determinan las relaciones de asociación entre BP y medidas de los FCE con el objetivo de obtener escenarios con mejoras asociadas a las BP. Luego se realiza el proceso de optimización donde se obtienen los escenarios de mejora mínimo y máximo. Esta actividad de la estrategia es soportada tecnológicamente por KAIRÓS mediante la aplicación de un AG para la optimización y reglas de asociación para la identificación de asociaciones entre BP y medidas de FCE.
- Entradas: estado inicial de la organización para la MPS (valores de las medidas de los FCE), BP que puede aplicar la organización y base de experiencias.
  - Salida: escenarios de mejora mínimo y máximo (valores de las medidas de los FCE de los escenarios de mejora).
4. Actividad Pronosticar resultado en la MPS de escenarios de mejora y Generar recomendaciones: se realiza un pronóstico de éxito o fracaso de los escenarios de mejora como resultado del proceso de educación del conocimiento, a partir de experiencias de otras organizaciones. Para ello la estrategia hace uso de la RNA evolutiva para el pronóstico. Además, se brindan recomendaciones para lograr el tránsito del estado inicial al escenario de mejora deseado.
- Entradas: escenarios de mejora mínimo y máximo (valores de las medidas de los FCE de los escenarios de mejora), BP que puede aplicar la organización y base de experiencias.
  - Salida: pronóstico de los escenarios de mejora mínimo y máximo en la MPS, recomendaciones para acometer las BP.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

En esta etapa, el conocimiento explícito resultante de las encuestas del diagnóstico, se combina con las experiencias almacenadas para transformarse en nuevo conocimiento explícito asociado al éxito o fracaso de la organización en la MPS; para ello existe una retroalimentación del conocimiento colectivo, que se refiere al conjunto de experiencias almacenadas de resultados previos de otras organizaciones en la MPS. Además, constituye relevante el empaquetamiento del conocimiento para la generalización de BP como entrada principal del aprendizaje organizacional. Se realizan también tres combinaciones que tienen lugar a partir de la retroalimentación del conocimiento organizacional o colectivo:

- El conocimiento explícito BP que puede aplicar la organización, se combina con las experiencias almacenadas para identificar un nuevo conocimiento explícito sobre las asociaciones entre BP y medidas de los FCE.
- El conocimiento explícito estado inicial de la organización, se combina con las experiencias almacenadas y con las asociaciones entre BP y medidas de los FCE, para generar nuevo conocimiento explícito asociado a los escenarios de mejora mínimo y máximo.
- El conocimiento explícito escenarios de mejora mínimo y máximo, se combina con las experiencias almacenadas y se obtiene nuevo conocimiento explícito sobre los pronósticos de éxito o fracaso en la MPS de dichos escenarios.
- El conocimiento explícito BP que puede aplicar la organización, se combina con las experiencias almacenadas y generan nuevo conocimiento explícito referente a las recomendaciones para alcanzar un escenario de mejora.

Etapa 3. Aplicación de recomendaciones y evaluación de resultados: las recomendaciones propuestas en la etapa anterior son interpretadas y posteriormente aplicadas por la organización para conducir el tránsito hacia un escenario de mejora. Luego se evalúan los resultados alcanzados, mediante la aplicación del diagnóstico bajo las nuevas condiciones alcanzadas y se pronostica el resultado del estado alcanzado en la MPS. De esta manera se



## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

desarrollan los procesos de aplicación/uso, familiarización, revisión y valoración del conocimiento.

5. Actividad Aplicar recomendaciones: se ejecutan en la organización las recomendaciones que viabilizan la aplicación de las BP. Esta actividad lleva un tiempo de ejecución de acuerdo a la cantidad de recomendaciones a aplicar.
  - Entrada: recomendaciones para acometer las BP.
  
6. Actividad Aplicar diagnóstico de evaluación: se aplica el diagnóstico a la organización bajo las nuevas condiciones alcanzadas.
  - Entrada: encuesta de diagnóstico de la organización.
  - Salidas: estado alcanzado por la organización (valores de las medidas de los FCE) y BP que puede aplicar la organización bajo las nuevas condiciones (se identifican estas BP para el caso en que el pronóstico del nuevo estado alcanzado no sea exitoso o se desee continuar mejorando).
  
7. Actividad Pronosticar éxito en la MPS de estado alcanzado: se realiza un pronóstico del resultado del estado alcanzado, para que los directivos puedan valorar si se requiere realizar otra iteración de la estrategia o si la organización alcanzó un estado deseado para iniciar la MPS. Para ello la estrategia utiliza la RNA evolutiva de KAIRÓS.
  - Entradas: estado alcanzado por la organización (valores de las medidas de los FCE) y base de experiencias.
  - Salida: pronóstico de éxito o fracaso del estado alcanzado en la MPS.

En la etapa se realiza un proceso de transformación del conocimiento consistente en la interiorización, donde el conocimiento explícito recomendaciones para la mejora, es asimilado por los miembros de la organización convirtiéndose en conocimiento tácito para su posterior puesta en práctica en las actividades cotidianas de la organización. También se debe realizar un proceso de socialización, donde el conocimiento tácito de una persona se socializa con otras personas para obtener mejores resultados durante la implementación de las

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

recomendaciones. Se realizan además, las mismas transformaciones del conocimiento (exteriorización y combinación) explicadas en la primera etapa.

Luego de ejecutarse esta etapa, si el pronóstico del estado alcanzado por la organización es el deseado por los directivos, la organización procede a iniciar el proyecto MPS y se desarrolla un flujo donde el conocimiento tácito de sus miembros es compartido a toda la organización. Se establece así una evolución en la mejora continua, donde tiene lugar el aprendizaje tanto de los individuos como de la organización. Posteriormente se pasa a la etapa 4. En caso que el pronóstico del estado alcanzado no sea el deseado por los directivos, se vuelve a ejecutar la etapa 2 de la estrategia Propuesta de escenarios de mejora.

Etapa 4. Retroalimentación de resultados: al culminar la ejecución del proyecto MPS, la organización informa los resultados alcanzados, los cuales son almacenados como experiencias a considerar para futuros análisis. De esta forma se realizan los procesos de actualización y compartición/difusión del conocimiento, favoreciéndose la evolución del modelo para futuros análisis.

8. Actividad Retroalimentar experiencias del proyecto MPS: se almacenan los resultados de la ejecución del proyecto MPS para ser consideradas en futuros análisis. La base de experiencias se actualiza con el nuevo conocimiento dado por el estado de la organización y el resultado real (éxito o fracaso) de la ejecución del proyecto MPS.

- Salidas: resultado del proyecto MPS (resultado de éxito o fracaso) y recomendaciones aplicadas.

En esta última etapa se exteriorizan los resultados alcanzados por la organización en la ejecución del proyecto MPS. Estos resultados son almacenados en la base de experiencias para considerarse en futuros análisis.

Se evidencia en la aplicación de la estrategia el tratamiento de la dimensión ontológica, al transformarse el conocimiento individual de las personas en un aprendizaje grupal,

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

organizacional e inter-organizacional, así como de la dimensión epistemológica mediante las formas de transformación del conocimiento entre las topologías tácito y explícito. La retroalimentación del conocimiento individual y organizacional, contribuye a una mejora gradual y continua de la organización en base a experiencias adquiridas. Con la ejecución de la estrategia las organizaciones reciben apoyo en la toma de decisiones al iniciar la MPS, asociadas a:

- Hacia dónde dirigir los esfuerzos y recursos: con la propuesta de escenarios de mejora a alcanzar y las recomendaciones para realizar el tránsito.
- Factibilidad de iniciar o no un proyecto MPS: con el pronóstico de éxito o fracaso del estado inicial o alcanzado por la organización para la MPS.

### **Evaluación**

La efectividad de la estrategia se evalúa al concluir cada iteración y está dada por la valoración de los logros y obstáculos vencidos al aplicar las recomendaciones propuestas, corroborándose si las decisiones tomadas en base a la información brindada han sido efectivas. La aplicación de la estrategia conlleva a dos decisiones:

- Iniciar la MPS: en caso que el escenario de mejora alcanzado arroje un pronóstico exitoso o los directivos decidan el inicio atendiendo a los riesgos identificados.
- Realizar otra iteración de la estrategia: en caso que el escenario de mejora alcanzado arroje un pronóstico de fracaso o los directivos deseen continuar mejorando.

Para dar soporte desde el punto de vista tecnológico a la GC, se desarrolló la herramienta KAIRÓS. A continuación, se describen sus componentes informáticos.

### **2.3.2 Componente: Herramienta informática KAIRÓS**

El sistema KAIRÓS tiene como propósito el procesamiento y automatización de la información de FCE y BP para apoyar tecnológicamente la toma de decisiones en la MPS. Sus funciones principales son la optimización de escenarios y el pronóstico del resultado de un estado inicial o escenarios de mejora en la MPS, para lo cual integra técnicas de IA. La

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

optimización de escenarios se implementa mediante un AG que redefine operadores de selección, cruzamiento y mutación de acuerdo a las necesidades del problema. Además, se generan reglas que identifican la asociación entre las BP y las medidas de los FCE, las cuales son utilizadas en la función de evaluación del problema de optimización. Para el pronóstico de un estado inicial o escenario, se implementa una RNA evolutiva que integra AG para el diseño y aprendizaje de la red, así como el algoritmo backpropagation para refinar el entrenamiento.

Para el desarrollo de la herramienta informática KAIRÓS se utilizó el lenguaje de programación Python 2.7 y el entorno de desarrollo Django 1.8 bajo el patrón arquitectónico Modelo – Vista – Plantilla [190] (ver anexo 9). A continuación, se describen las técnicas implementadas en la herramienta KAIRÓS.

### **Algoritmo Genético para la optimización de escenarios en la MPS**

Para la propuesta de escenarios de mejora, se concibe una optimización de estados a través del diseño e implementación de un AG [69], según la naturaleza del problema a resolver analizada en el epígrafe 1.3.2 Inteligencia Artificial aplicada a la MPS. La restricción que debe cumplir el problema de optimización está asociada a que la distancia entre el estado inicial y el escenario de mejora a alcanzar, se encuentre en un margen asequible<sup>5</sup>, atendiendo a las BP que pueda aplicar la organización.

#### **Codificación**

Los individuos o cromosomas que intervienen en los AG se componen de genes. En el marco de la investigación los cromosomas representan el estado inicial y los escenarios de mejora, mientras que los genes constituyen las medidas que componen a los FCE y que describen a dichos escenarios. Por ello, se puede entender un estado inicial o escenario, como un conjunto

---

<sup>5</sup> Margen asequible: se refiere a que la distancia entre el estado inicial de la organización y los escenarios de mejora propuestos, debe corresponderse con las BP que puede aplicar la organización y el grado en que deben incrementarse las medidas de los FCE influenciadas por las BP, basado en la experiencia almacenada.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

de valores de medidas de los FCE. Para codificar los cromosomas se debe considerar que los valores de las medidas son reales comprendidos entre 0 y 1. Para una mejor comprensión de la codificación véase el ejemplo de la figura 6.

$$M = \{m \in \mathbb{R}, 0 \leq m \leq 1: m \text{ es una medida de FCE}\}$$

Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6	Medida n-1	Medida n
0,50	0,39	0,90	0,19	0,81	0,35	...	0,10

Figura 6: Cromosoma (estado inicial o escenario de mejora).

El modelo propuesto diseña e implementa un AG para la optimización de estados al iniciar la MPS. Tomándose los principios de funcionamiento de operadores descritos en la literatura abordada en el capítulo anterior, se redefinen los operadores para dar solución a las peculiaridades de la problemática planteada.

### Selección

Para el caso del operador de selección se tuvo en cuenta la necesidad de obtener una muestra poblacional que sea cercana al estado inicial, a fin de no proveer soluciones que se encuentren fuera del alcance de las posibilidades reales de la organización (margen asequible). A partir del análisis de los operadores: selección por rueda de ruleta, selección por torneo, selección jerárquica y selección por rango [147; 148; 191; 192], se deriva que los operadores de rueda de ruleta y torneo no cubren las necesidades del problema debido a la aleatoriedad del primero y el elevado consumo del segundo. Selección jerárquica no necesariamente obtiene individuos cercanos al estado inicial y selección por rango no necesariamente considera el fitness (valor de la función de evaluación), por lo que estas últimas solo satisfacen parcialmente la solución del problema. Basado en lo anterior, se rediseña el operador de selección mediante un ordenamiento jerárquico de los cromosomas de la población, teniendo como criterio de orden la aptitud de cada individuo. Se evalúan todos los individuos de la población (incluido el

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

estado inicial que se desea optimizar) mediante la función de evaluación y se ordenan descendentemente los escenarios por su fitness.

### Cruzamiento

El operador de cruzamiento debe considerar que no se alteren las medidas de los FCE que no se encuentran influenciadas por las BP que puede aplicar la organización. Se analizaron los operadores: cruzamiento por un punto, cruzamiento por N puntos, cruzamiento aritmético, cruzamiento uniforme y cruzamiento uniforme con máscara binaria [147; 148; 151; 191; 192]. En el análisis se descartan cruzamiento por un punto y cruzamiento por N puntos, debido a que las medidas influenciadas por las BP no poseen un orden o posición específica dentro del cromosoma, así como cruzamiento aritmético por no permitir establecer a priori cuáles medidas serán modificadas y cuáles no, sino que se determinan sobre la marcha a partir de la aleatoriedad; y también el cruzamiento uniforme pues afecta a todos los genes presentes en el cromosoma. Finalmente se determina que el cruzamiento uniforme con máscara binaria es el operador que más satisface las necesidades del problema en cuestión; sin embargo, la aleatoriedad para generar la máscara binaria no lo hace factible para la solución. Por ello se rediseñó este último operador de forma tal, que la máscara binaria se genera intencionada y dinámicamente en dependencia de las relaciones entre las medidas de FCE y las BP a aplicar por la organización (resultado de las reglas de asociación entre BP y medidas de los FCE).

### Mutación

Al final del proceso evolutivo, los algoritmos que posean probabilidad de mutación deberán ser mutados. Al igual que en el cruzamiento, se hace necesario seleccionar el gen a mutar de forma intencional, para evitar alterar algún gen que no esté afectado por la asociación entre BP y medidas de los FCE.

Del análisis de los operadores de mutación: mutación binaria, mutación al borde y mutación uniforme [147; 148; 151; 191; 192], se obtuvo que ninguno cubría las necesidades del problema, pues la mutación binaria no se encuentra acorde con el problema por la

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

codificación de los cromosomas, mientras que la mutación al borde y la uniforme intercambian valores de los atributos. Debido a ello se diseñó un nuevo operador que utiliza la máscara binaria del cruzamiento y se genera un número aleatorio mayor que 0 y menor que la cantidad de medidas que componen al estado inicial. En caso de que el número aleatorio coincida con la posición de alguna medida afectada por la asociación, entonces el valor de dicha medida se incrementará en 1% [142], en caso contrario se ignorará el escenario en el proceso de mutación.

### Descripción del AG

**Paso 1.** Generar población inicial.

- Calcular el tamaño de la muestra poblacional inicial.

Para el cálculo del tamaño de la muestra poblacional inicial se utiliza el método probabilístico de cálculo de tamaño de muestra poblacional conociendo el tamaño de la población [193] como se describe en la ecuación 1.

$$n_{mp} = \frac{N Z^2 p q}{d^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad (1)$$

Donde:

$n_{mp}$  es el tamaño de la muestra probabilística.

$N$  es el tamaño de la población total,  $N \in \mathbb{N}$ .

$Z$  es el nivel de confianza, dado por la probabilidad de que la estimación del tamaño de la muestra se ajuste a la realidad. En la investigación adquiere el valor recomendado 1,96.

$p$  es la proporción esperada, al desconocerse se asume el valor 0,50.

$q$  es la probabilidad de fracaso dada por la ecuación 2:

$$q = 1 - p \quad (2)$$

$d$  es la precisión que se desea o error que se prevé cometer. Su valor oscila entre el 1% (0,01) y 9% (0,09). En la investigación se adopta el mínimo de 0,01.

- Generar la muestra poblacional inicial.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

Se toma aleatoriamente de la base de experiencias, una cantidad de individuos correspondiente al tamaño de la muestra poblacional identificada anteriormente. Con la población inicial seleccionada se procede a ejecutar el paso 2.

**Paso 2.** Seleccionar escenarios.

- Valorar los escenarios de la población mediante la función de evaluación.

El proceso de selección persigue maximizar las soluciones de mejora (escenarios), atendiendo al incremento de las medidas condicionadas por la BP a aplicar dentro del margen asequible, dado por el grado en que pueden mejorar dichas medidas. La función de evaluación consiste en la división de la suma de los productos de la función de aptitud por el grado de mejora de cada una de las medidas (genes) que conforman estado inicial o escenario (cromosoma o individuo) en cuestión, dividido entre la cantidad de medidas (ver ecuación 3).

$$f_{eval} = \frac{\sum_{i=1}^n f(Es(i), Em(i)) Gm(Me(i), Em(i))}{n} \quad (3)$$

Donde:

$f_{eval}$  es la función de evaluación.

$n$  es la cantidad de medidas (genes) del escenario (cromosoma),  $n \in \mathbb{N}$ .

$i$  es la posición de la medida (gen) sujeta a análisis,  $i \in \mathbb{N}$ .

$Es(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del estado inicial (cromosoma).

$Em(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del escenario (cromosoma) a analizar.

$f(Es(i), Em(i))$  es la función de aptitud para la medida (gen)  $i$ . Se calcula mediante ecuaciones 4 y 5.

$Me(i)$  es el valor óptimo alcanzable para  $Em(i)$  (se obtiene de la asociación entre BP y medidas de FCE).

$Gm(Me(i), Em(i))$  es el grado de mejora para la medida (gen)  $i$ . Se determina mediante la ecuación 7.



## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

La función de aptitud  $f(Es(i), Em(i))$  para cada medida se calcula en dependencia de si la medida objeto de análisis  $i$  pertenece o no al conjunto de medidas que son afectadas por la asociación entre BP y medidas de los FCE (ver ecuaciones 4 y 5).

Siendo:

$$M = \{m \in \mathbb{R}, 0 \leq m \leq 1: m \text{ es una medida de FCE}\}$$

$$MBP = \{mbp \in \mathbb{R}, 0 \leq mbp \leq 1: mbp \text{ es una medida afectada por BP}\}$$

$$MBP \subset M$$

$i$  es la posición de la medida (gen) sujeta a análisis,  $i \in \mathbb{N}$ .

$m(i)$  es la medida en la posición  $i$ , representada para evaluar si la medida en una posición determinada, se encuentra afectada por la asociación con BP,  $m(i) \in M$ .

Si  $m(i) \in MBP$

$$f(Es(i), Em(i)) = \begin{cases} 1 & \text{si } Es(i) < Em(i) \\ 0,5 & \text{si } Es(i) = Em(i) \\ 0 & \text{si } Es(i) > Em(i) \end{cases} \quad (4)$$

Donde:

$Es(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del estado inicial (cromosoma).

$Em(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del escenario (cromosoma) a analizar.

Si  $m(i) \notin MBP$

$$f(Es(i), Em(i)) = \begin{cases} 1 & \text{si } \delta(Es(i), Em(i)) = 0 \\ 0 & \text{si } \delta(Es(i), Em(i)) = 1 \end{cases} \quad (5)$$

Donde:

$Es(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del estado inicial (cromosoma).

$Em(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del escenario (cromosoma) a analizar.

$\delta(Es(i), Em(i))$  es la distancia existente entre el valor de  $Es(i)$  y  $Em(i)$  y se calcula mediante la ecuación 6.

$$\delta(Es(i), Em(i)) = \begin{cases} 1 & \text{si } Es(i) - Em(i) \neq 0 \\ 0 & \text{si } Es(i) - Em(i) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

El grado de mejora se calcula restando a uno la normalización de la diferencia entre el valor óptimo alcanzable por la medida en cuestión (resultante del análisis de asociación) y el valor que tenga dicha media (ver ecuación 7).

$$Gm(Me(i), Em(i)) = 1 - |Me(i) - Em(i)| \quad (7)$$

Donde:

$Em(i)$  es el valor de la medida (gen) en la posición  $i$  del escenario (cromosoma) a analizar.

$Me(i)$  es el valor óptimo alcanzable para  $Em(i)$  (se obtiene de la asociación entre BP y medidas de FCE).

- Ordenar los escenarios: se ordenan jerárquicamente los escenarios atendiendo a su fitness.
- Calcular el tamaño de la muestra poblacional: se calcula la muestra poblacional de la nueva población aplicando la técnica de muestreo probabilístico descrita en la ecuación 1.
- Seleccionar la muestra poblacional: se selecciona un rango de  $n_{mp}$  individuos, los cuales serán los más próximos al estado inicial (los  $n_{mp}/2$  individuos que estén por encima y los  $n_{mp}/2$  que estén por debajo del estado inicial), siendo  $n_{mp}$  la cantidad de individuos de la muestra poblacional calculada.

**Paso 3.** Comprobar si entre los escenarios seleccionados se encuentra la solución.

- Se toma el último de los escenarios de la muestra poblacional y se verifica si su fitness sobrepasa a 0,75.
- Si se encuentra, devuelve el primer y último cromosoma de la muestra de población ordenada jerárquicamente, los cuales corresponden a escenario de mejora máximo y escenario de mejora mínimo respectivamente. En caso contrario se ejecuta el paso 4.

**Paso 4.** Cruzar escenarios.

- Verificar si la posición del gen que se está analizando corresponde con valor 1 en la máscara binaria. De ser positivo, agregar al nuevo escenario el gen del escenario que se analiza. En caso negativo, agregar al nuevo escenario el gen del estado inicial.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

El nuevo individuo hereda los genes del estado inicial que coinciden con valores igual a 0 en la máscara binaria y los genes del escenario de la muestra poblacional que coinciden con valores igual a 1 en la máscara. Atípicamente al cruzar el estado inicial con uno de los escenarios de la base de experiencias se obtendrá un solo hijo o escenario de mejora. Esto se debe a que uno de los hijos contiene valores diferentes a los del estado inicial en los genes que no se deben alterar por no estar afectados por la asociación, por tanto, debe ser desechado. Para un mejor entendimiento del cruzamiento ver el ejemplo de la figura 7.

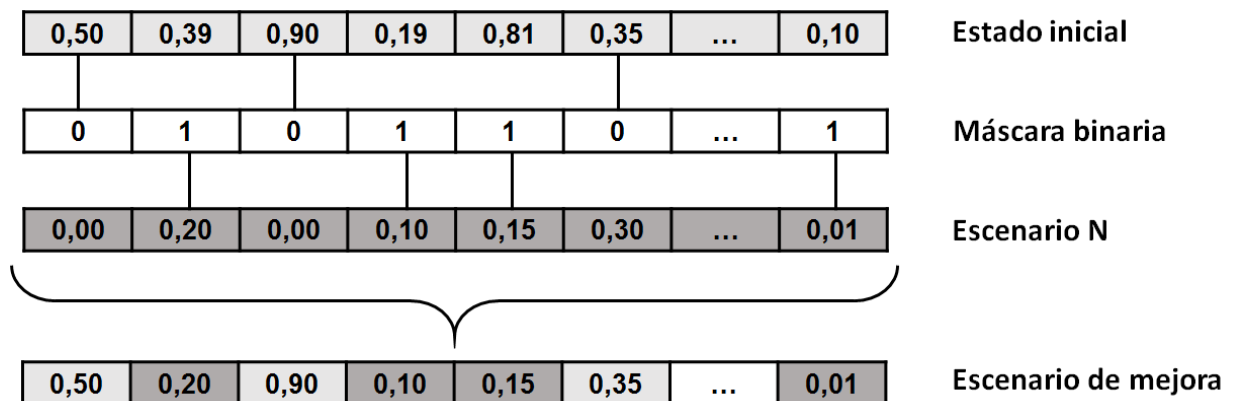


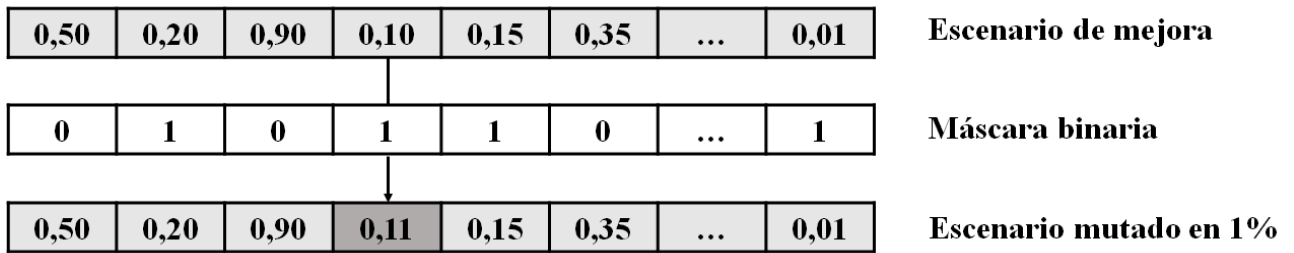
Figura 7: Cruzamiento por máscara binaria.

- Adicionar el nuevo escenario al conjunto de escenarios cruzados.

**Paso 5.** Mutar escenarios. Para cada uno de los escenarios cruzados:

- Elegir gen a mutar: generar un número aleatorio entero mayor que 0 y menor que la longitud del escenario.
- Verificar que exista probabilidad de mutación: en caso de que la posición dada por el número aleatorio generado contenga valor 1 en la máscara binaria, entonces, el gen correspondiente a la misma posición en el cromosoma que se pretende mutar posee probabilidad de mutación.
- En caso que exista probabilidad de mutación, incrementar el valor de la medida ubicada en la posición correspondiente al número aleatorio generado en un 1% (ver figura 8). Según Valencia [142], para evitar la utilización del AG como una sencilla búsqueda aleatoria, la alteración a los cromosomas debe ser mínima, no alterando en más del 1% de su valor.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

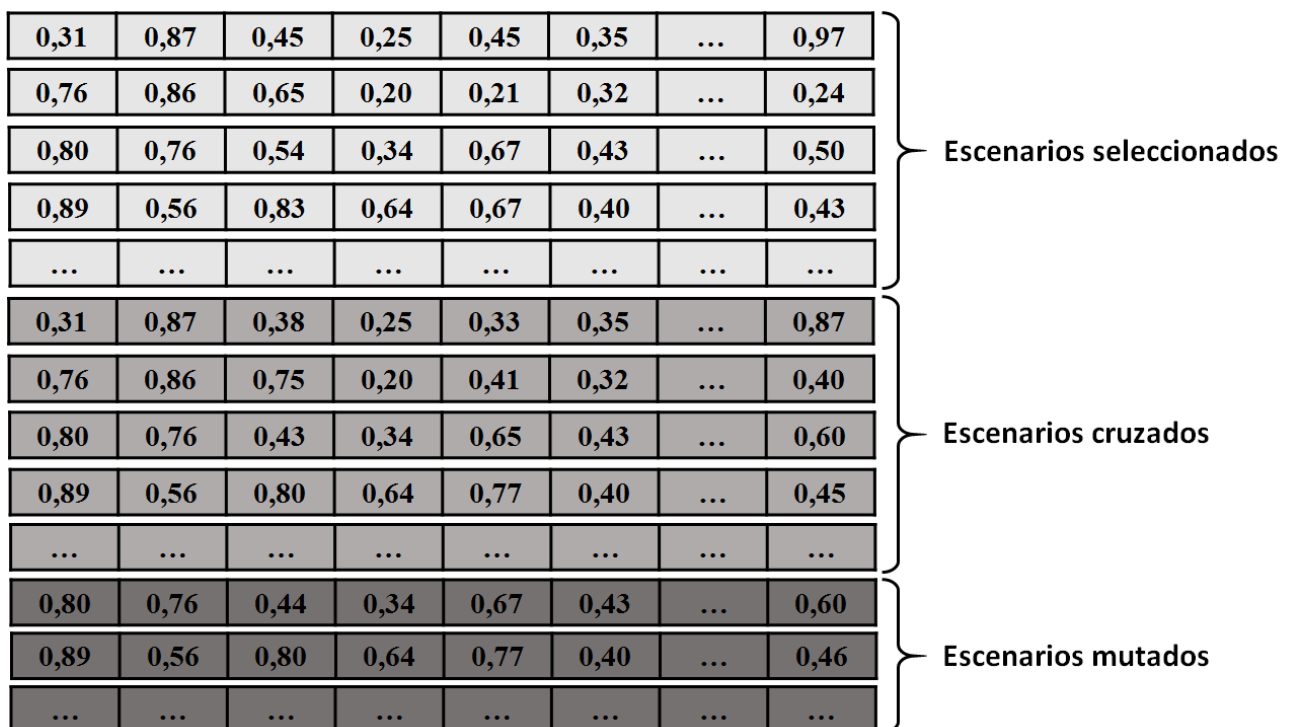


**Figura 8: Mutación por máscara binaria.**

- Adicionar el nuevo escenario al conjunto de escenarios mutados.

### **Paso 6.** Incrementar población.

- Adicionar a la población seleccionada en paso 2, los escenarios cruzados y mutados: para cada nueva iteración es necesario realizar el remplazo adicionando al conjunto de escenarios seleccionados de la iteración anterior, el conjunto de escenarios cruzados y mutados, tomando la población resultante como la población inicial para la próxima iteración (ver figura 9).



**Figura 9: Remplazo.**

### **Paso 7.** Ejecutar el paso 2.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

### RNA para el pronóstico de resultado en la MPS

Para el pronóstico del resultado en la MPS tanto del estado inicial como de los escenarios de mejora, se hace uso del sistema KAIRÓS que implementa una RNA evolutiva [70]. Atendiendo a las características del problema de clasificación abordado en el epígrafe 1.3.2 Inteligencia Artificial aplicada a la MPS, se requiere la implementación de una RNA evolutiva basada en la ejecución de AG para su diseño y aprendizaje. Constituyen patrones de entrada las medidas que componen los FCE. La capa de salida responde al éxito o fracaso en la MPS.

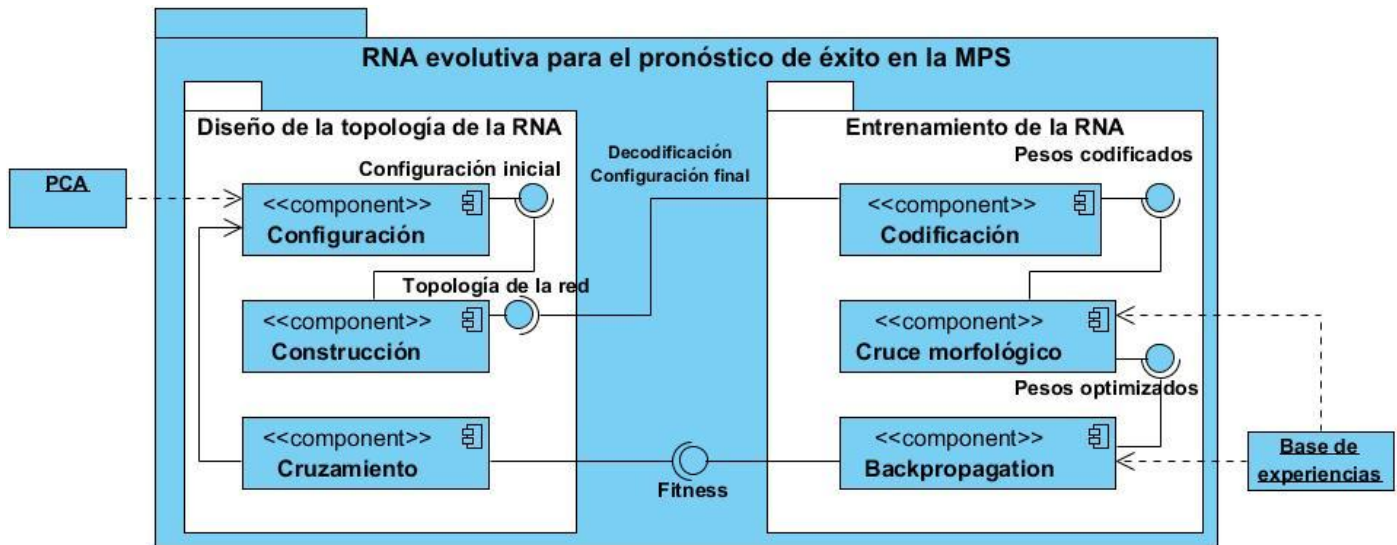
### Descripción de funcionamiento de la RNA y sus componentes

A partir del uso de PCA, con el cual se reduce la cantidad de medidas de entrada a la RNA, se procede a realizar el diseño y entrenamiento de la RNA. Se realiza el diseño de la topología de la red en el componente Configuración donde se crea la configuración inicial de la red para luego crear la topología de la red en el componente Construcción. Una vez terminado este proceso se realiza la decodificación de la red y la configuración final. Posteriormente, se inicia el entrenamiento de la red. En el componente Codificación se codifican los pesos de la RNA, los cuales son utilizados en el componente Cruce morfológico, que realiza la evolución de los pesos para la topología de red obtenida. Estos valores son utilizados como los pesos iniciales en el componente Backpropagation y al obtener los datos de la base de experiencias, se realiza el entrenamiento de la RNA obteniéndose un fitness (error cuadrático medio<sup>6</sup> de la red una vez que ha sido entrenada), valor que permite determinar qué tan efectiva es la red. Luego se ejecuta el componente Cruzamiento para obtener una nueva topología de la RNA. El proceso completo se repite hasta obtener la arquitectura de RNA de menor fitness. Para una mejor comprensión de los componentes de implementación de la RNA ver la figura 10.

---

<sup>6</sup> Error cuadrático medio: medida de desempeño cuantitativa para evaluar el error total en el proceso de aprendizaje, corresponde a la raíz cuadrada de la sumatoria de los errores cuadráticos para cada patrón de entrada.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS



**Figura 10: Red Neuronal Artificial para el pronóstico de resultados.**

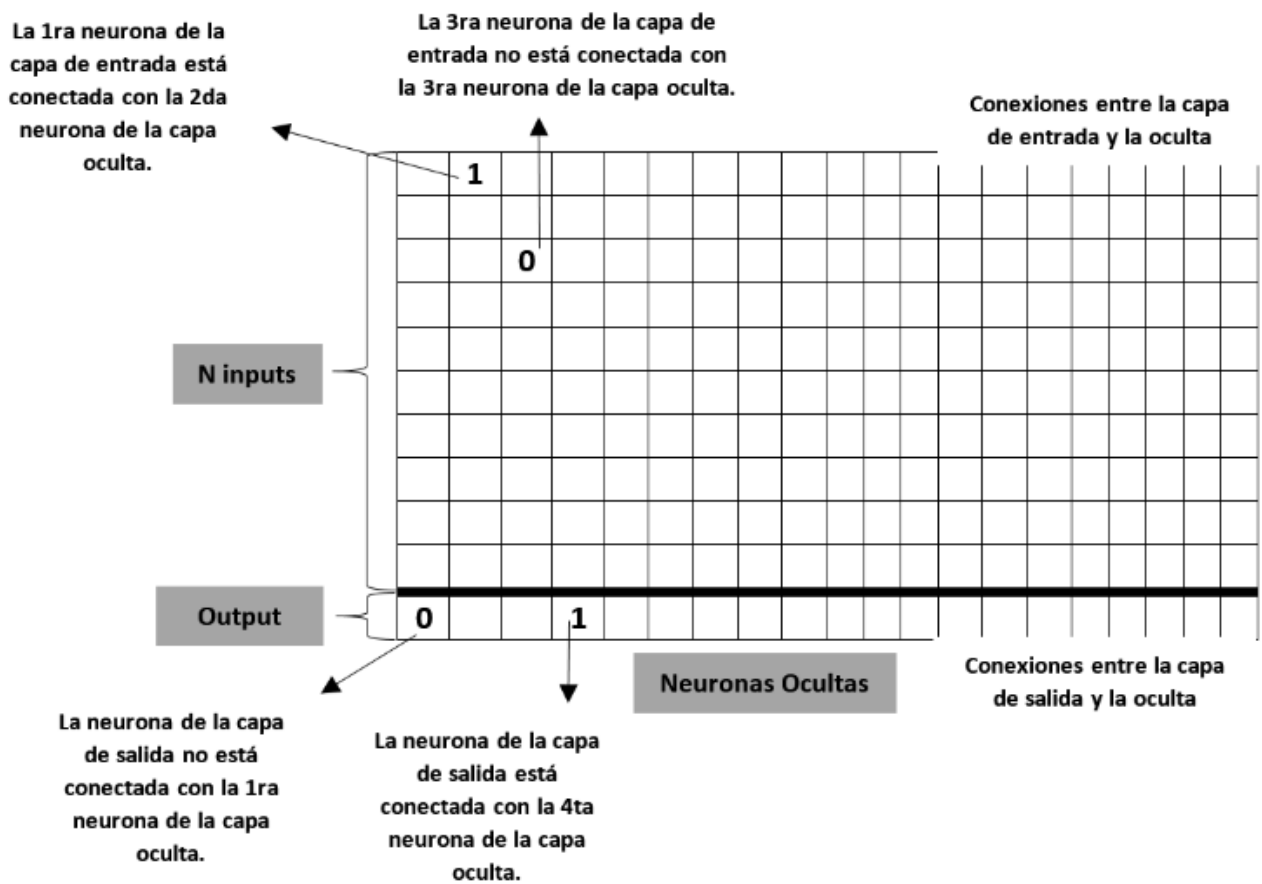
**Paso 1.** Configuración inicial de la RNA (este paso se realiza en el componente Configuración).

- Se crea una matriz binaria  $M$  de dimensión  $Dim_x \times Dim_y$ , la cual en un principio es inicializada en 0 (ver en figura 11 representación de la matriz). El tamaño de la matriz depende del número de neuronas de entrada y salida.  $Dim_x$  (filas) es el número de neuronas de entrada  $n$  más el número de neuronas de salida  $m$  (en este caso 1), y  $Dim_y$  (columnas) corresponde al número máximo de neuronas ocultas a considerar.

En la matriz  $M$  que representa la topología de la RNA con una capa oculta, el significado para la posición  $(i, j)$  se define como sigue. Sea  $n$  el número de neuronas de entrada, si  $i \leq n$  entonces  $(i, j)$  representa una conexión entre la neurona de entrada  $i$  y la  $j$ -ésima neurona oculta; si  $i > n$ ,  $(i, j)$  representa una conexión entre la  $j$ -ésima neurona oculta y el  $(i - n)$ -ésima neurona de salida.

- Se generan al azar y en posiciones aleatorias los individuos o cromosomas (semillas de crecimiento y poda) de la población.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS



**Figura 11: Representación en forma de matriz de una Red Neuronal Artificial.**

**Paso 2.** Se decodifica cada cromosoma y se convierte en las ubicaciones de la red, donde cada semilla (cromosoma) se representa por dos genes, que responden a la posición  $(i, j)$  en la matriz.

- Se ubican en la matriz las semillas de crecimiento atendiendo a los valores de sus genes.
- Se realiza la configuración inicial de la red, replicando las semillas de crecimiento secuencialmente sobre su vecindad cuadrática<sup>7</sup>. Durante la replicación si una nueva semilla tiene que ser ubicada en una posición previamente ocupada por otra semilla, la primera será reemplazada.

**Paso 3.** Aplicar algoritmos de crecimiento y poda de las semillas (este paso se realiza en el componente Construcción).

<sup>7</sup> Vecindad cuadrática: región cuadrada alrededor de una semilla.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

- Se aplica el algoritmo de crecimiento.

Siendo  $a_{i,j}$  el valor en la posición  $(i, j)$  de la matriz y  $S$  el conjunto de semillas de crecimiento.

$$S = \{s_k: s_1, s_2, \dots, s_n\}$$

Se copia una semilla  $s_k$  que crece cuando una posición está inactiva ( $a_{i,j}=0$ ) y hay al menos tres semillas que crecen idénticas en su vecindad cuadrática. En el anexo 10 se representa esta regla, donde:  $s_k$  es una semilla en crecimiento, 0 es un estado inactivo para la posición y (\*) significa que la posición puede estar en cualquier estado o contiene cualquier tipo de semilla.

- Se realiza la configuración de la poda. Las semillas de poda se colocan en las posiciones donde  $a_{i,j}=0$ . La regla de poda está diseñada para eliminar las semillas que crecen en la red.
- Se aplica el algoritmo de poda.

Siendo  $a_{i,j}$  el valor en la posición  $(i, j)$  de la matriz y  $D$  el conjunto de semillas de poda.

$$D = \{d_r: d_1, d_2, \dots, d_n\}$$

Se extrae una semilla de crecimiento  $s_k$  cuando dos posiciones vecinas contiguas contienen semillas de crecimiento idénticas y otra celda vecina contiene una semilla de poda  $d_r$ . Si dos semillas de poda están presentes en la vecindad, la regla no se activa. En el anexo 10 se representa esta regla, donde:  $s_k$  es una semilla en crecimiento,  $d_r$  es una semilla de poda y (\*) significa que la posición puede estar en cualquier estado o contiene cualquier tipo de semilla.

**Paso 4.** Obtener el modelo de la arquitectura RNA (este paso resulta intermedio luego de ejecutarse el componente Configuración y antes de ejecutarse Codificación).

- Se decodifica la matriz, donde toda semilla de crecimiento toma valor 1, mientras que las semillas de poda adquieren valor 0. Cada 1 en la matriz se interpreta como una conexión y 0 como ausencia de conexión.



## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

- Se eliminan las columnas con valores 0 en la matriz (si los elementos de la columna de orden  $k$  son 0, no hay conexiones de las entradas a las neuronas  $k$ -ésima ocultas y no existen conexiones de la  $k$ -ésima neurona oculta a las salidas).
- Se eliminan las columnas donde el valor  $a_{i,j}=0$  si  $i>n$ , donde  $n$  es el número de neuronas de entrada (si una neurona en la capa oculta no tiene conexión con la capa de salida, es eliminada pues no tendrá influencia en las salidas).
- Se eliminan las filas con valores 0 en la matriz (cuando hay una neurona de la capa de entrada sin ninguna conexión con la capa oculta, es eliminada pues no tendrá influencia en las salidas).

**Paso 5.** Iniciar el entrenamiento de la RNA (este paso se realiza en el componente Codificación).

- Se inicializan aleatoriamente y con rangos pequeños los pesos de la RNA para la arquitectura definida, con el objetivo de obtener una convergencia rápida en un perceptrón multicapa, ya que dependiendo del punto del espacio de búsqueda del que se parta, se obtendrán mejores o peores resultados al realizar el entrenamiento [194-196].
- Se codifican los pesos mediante la codificación real, que permite explorar el dominio de la función de evaluación (error cuadrático medio) con gran precisión.

**Paso 6.** Se entrena la RNA mediante la evolución de los pesos de conexión a fin de encontrar la mejor configuración de pesos para la arquitectura definida (este paso se realiza en el componente Cruce morfológico). Se realiza la selección por torneo, donde se escogen al azar tantos individuos (pesos) de la población como se haya prefijado en el tamaño del torneo (dado por la cantidad de neuronas de entrada). Se selecciona el mejor individuo de los del grupo de torneo y se repite el proceso hasta alcanzar el número deseado de individuos a seleccionar, considerándose los individuos con los mejores pesos iniciales para ser utilizados por el backpropagation. Posteriormente se realiza el cruce morfológico que reinterpreta la operación de gradiente morfológico, para obtener una medida de la diversidad genética [197]. El cruce morfológico opera con poblaciones de  $\lambda$  individuos constituidos por cadenas de

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

números reales de longitud  $l$ . Partiendo de un número  $n$  impar de cadenas progenitoras ( $n \leq \lambda$ ), obtenidas sin repetición de la población actual, se obtiene un conjunto de intervalos, denominados intervalos de cruce ( $C_i$ ), a partir de los cuales se generan las cadenas descendientes del operador. Para el cruce morfológico se realizan las siguientes acciones:

- Cálculo de la medida de la diversidad genética gen a gen a partir de los  $n$  individuos tomados como progenitores. Siendo  $G$  la matriz progenitora de dimensión  $(n \times l)$ , para las  $l$  columnas de  $G$ , se define el vector unidimensional  $f_i$  que contienen los  $n$  valores de los  $n$  progenitores para el gen  $i$ .

$$G = \begin{bmatrix} a_{10} & a_{11} & \dots & a_{1l-1} \\ a_{20} & a_{21} & \dots & a_{2l-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n0} & a_{n1} & \dots & a_{nl-1} \end{bmatrix}$$

$$f_i = (a_{1,i}, a_{2,i}, \dots, a_{n,i}) \quad \text{con } i = 0, \dots, l-1$$

Se define como medida de la diversidad genética del gen  $i$  en la población, el valor  $g_i \in [0,1]$  calculado como:

$$g_i = g(E(n/2) + 1) = (f_i \oplus b)(E(n/2) + 1) - (f_i \ominus b)(E(n/2) + 1) \quad (8)$$

Donde:

$g_i$  es la medida de la diversidad genética.

$E(n/2)+1$  es la componente situada en la posición media del vector  $f_i$ .

$f_i$  es el vector unidimensional.

$n$  es el número de progenitores para el gen  $i$ .

$f_i \oplus b$  es la dilatación del vector  $f_i$  sobre el punto  $E(n/2)+1$ , con el elemento estructurante  $b$ .

El resultado es el valor máximo de las componentes del vector, pues el elemento estructurante  $b$  recorre a  $f_i$  desde la componente  $E(n/2)+1-E(n/2) = 1$ , hasta  $E(n/2) + 1 + E(n/2) = 2 E(n/2) + 1 = n$  (donde  $n$  es impar).

$f_i \ominus b$  es la erosión del vector  $f_i$  sobre el punto  $E(n/2)+1$ , con el elemento estructurante  $b$ . Se haya de igual forma que la dilatación, pero calculando el valor mínimo de las componentes del vector  $f_i$ .

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

- Se calculan los intervalos de cruce, determinándose las cotas inferior y superior del intervalo de cruce  $C_i$  denotado por  $C = \{C_0, \dots, C_{l-1}\}$ . El gen máximo se calcula a partir de la ecuación 9 y el gen mínimo mediante la ecuación 10. El intervalo de cruce  $C_i = [g_i \min, g_i \max]$ .

$$g_i \max = \max(f_i) - \phi(g_i) \quad (9)$$

Donde:

$g_i \max$  es el gen máximo del intervalo de cruce  $C_i$ .

$\max(f_i)$  es la dilatación del vector  $f_i$  en el punto medio de  $C_i$ .

$\phi(g_i)$  es el valor de la función de exploración/explotación en el punto  $g_i$ .

$$g_i \min = \min(f_i) + \phi(g_i) \quad (10)$$

Donde:

$g_i \min$  es el gen mínimo del intervalo de cruce  $C_i$ .

$\min(f_i)$  es la erosión del vector  $f_i$  en el punto medio de  $C_i$ .

$\phi(g_i)$  es el valor de la función de exploración/explotación en el punto  $g_i$ .

- Obtención de la descendencia dada por  $o = (o_0, \dots, o_{l-1})$  y  $o' = (o'_0, \dots, o'_{l-1})$ . Es el resultado final del operador de cruce morfológico. Los descendientes se determinan de la siguiente forma:

$o_i$  es un valor aleatorio perteneciente al intervalo de cruce  $C_i$

$o'_i$  se obtiene mediante la ecuación 11:

$$o'_i = (\min(f_i) + \max(f_i)) - o_i \quad (11)$$

Donde:

$i = 0, 1, \dots, l-1$ .

$\min(f_i)$  es la erosión del vector  $f_i$  en el punto medio de  $C_i$ .

$\max(f_i)$  es la dilatación del vector  $f_i$  en el punto medio de  $C_i$ .

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

- Una vez calculada la descendencia mediante el cruce morfológico, se realiza el reemplazo de los nuevos individuos por los peores de la población de partida, tomando como función de evaluación el error cuadrático medio.
- Posteriormente se realiza nuevamente la selección por torneo obteniéndose una nueva matriz progenitora. Este procedimiento se realiza en varias iteraciones hasta alcanzar los valores de los pesos de conexión que minimicen el error cuadrático medio para la configuración de la red en cuestión.

La aplicación del AG para la evolución de los pesos no es muy eficiente en las búsquedas locales, mientras que sí lo es en la búsqueda global. Por lo que el entrenamiento puede ser mejorado con la incorporación del método de búsqueda local backpropagation. Resulta muy adecuado realizar una combinación donde el AG busca una región adecuada en el espacio de búsqueda y posteriormente el backpropagation refina la solución encontrada obteniendo un resultado más cercano al óptimo en dicha región [195; 196].

**Paso 7.** Refinar el entrenamiento de la RNA, empleando los pesos optimizados en el paso anterior para la arquitectura en cuestión, mediante el algoritmo backpropagation (este paso se realiza en el componente Backpropagation). El algoritmo backpropagation permite aprender la asociación que existe entre un conjunto de patrones de entrada y sus salidas correspondientes.

- Se realiza una búsqueda del valor mínimo de la función de error cuadrático medio en la colección de pesos de la red, haciendo uso del método Descenso de gradiente. El conjunto de pesos que minimizan la función de error constituye la solución al problema de aprendizaje. A partir de la ejecución del componente Backpropagation se obtiene el fitness definido por el error cuadrático medio el cual permite determinar la eficiencia de la red.
- Este paso se realiza en varias iteraciones hasta alcanzar los valores de los pesos de conexión refinados que minimicen el error cuadrático medio para la configuración de la red en cuestión.

**Paso 8.** Codificar la RNA resultante del paso anterior.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

**Paso 9.** Realizar el cruzamiento para la evolución de la topología de la red, se generan nuevas poblaciones de topologías (este paso se realiza en el componente Cruzamiento). Partiendo del conjunto de cromosomas utilizado en el componente Configuración, se realiza el cruce de los genes que conforman a los cromosomas, obteniendo nuevas poblaciones de topologías, las cuales serán utilizadas en siguientes iteraciones en el componente de Configuración.

**Paso 10.** Los pasos del 2 al 9, se ejecutan a través de diferentes iteraciones, hasta obtener en el paso intermedio entre Backpropagation y Cruzamiento, una RNA con un fitness menor que el umbral establecido (0,05), la cual será empleada para el pronóstico de resultado en la MPS de un estado inicial o escenario de mejora.

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

En el estudio realizado para la identificación de las BP que influyen positiva o negativamente en el comportamiento de los FCE, se constató que varias BP pueden influir sobre diversas medidas de los FCE. Se considera relevante identificar dinámicamente las relaciones de asociación entre las BP y las medidas de los FCE a partir de la experiencia acumulada. El objetivo consiste en saber qué medidas potenciar en la optimización a partir de las BP que puede aplicar la organización. Para la determinación de las asociaciones entre BP y medidas de los FCE, se aplican las reglas de asociación, debido a sus potencialidades para identificar relaciones entre variables en combinación, así como el tratamiento de variables tanto métricas como no métricas, según se referencia en el epígrafe 1.3.2 Inteligencia Artificial aplicada a la MPS.

*BP = {bp: bp es una acción de MPS que disminuye influencia negativa de FCE}*

*M = {m ∈ ℝ, 0 ≤ m ≤ 1: m es una medida de FCE}*

Las reglas de asociación se representan como:  $X \rightarrow Y$ , siendo  $X$  y  $Y$  conjuntos de elementos, donde  $X \subset BP$  y  $Y \subset M$ ,  $X \cap Y = \emptyset$ .

Ejemplo:  $\{BP_1, BP_2\} \rightarrow \{M_1, M_2, M_3\}$ .

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

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

**Paso 1.** Transformación del conocimiento en transacciones.

Para la generación de 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 posterior procesamiento. Cada transacción se representa por un conjunto de elementos que responden a las BP y medidas recuperadas en la búsqueda.

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

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

Ejemplo:  $\{BP_1, BP_2, M_1, M_2, M_3\}$ .

**Paso 2.** Cálculo de índices de soporte.

Una vez identificadas las transacciones, 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 12.

Siendo la regla  $X \rightarrow Y$ , donde  $X \subset BP$  y  $Y \subset M$ , el soporte de la regla se calcula como:

$$Sop(X \rightarrow Y) = \frac{N_t(XY)}{T_t} \quad (12)$$

Donde:

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

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

$T_t$  representa el total de transacciones de T.

**Paso 3.** Identificación de conjuntos de elementos frecuentes.

## MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS

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. En este paso 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, que serán las candidatas. Para ello se aplica el algoritmo Apriori [174; 198-202], con el objetivo de reducir el número de candidatos mediante la técnica de reducción por poda. Se descartan así, todas las variantes de reglas cuyos elementos no son frecuentes y por tanto sus combinaciones no lo serán.

**Paso 5.** Cálculo de índices de confianza.

En este paso se calculan los índices de confianza de las reglas candidatas. El índice de confianza se determina a partir de la ecuación 13.

Siendo la regla  $X \rightarrow Y$ , donde  $X \subset BP$  y  $Y \subset M$ , el índice de confianza se calcula:

$$Conf(X \rightarrow Y) = \frac{N_t(XY)}{N_t(X)} \quad (13)$$

Donde:

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

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

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

**Paso 6.** Obtención de reglas de asociación.

Las reglas de asociación se obtienen a partir de las reglas candidatas identificadas en el paso anterior. Para ello se desechan las reglas con un índice de confianza menor que el umbral definido. En el marco de la investigación el umbral definido para el índice de confianza es 0,75.

## **MODELO DE RECOMENDACIÓN DE ESCENARIOS AL INICIAR LA MPS**

**Paso 7.** Aplicación de reglas de asociación.

Una vez generadas las reglas de asociación, se brinda la información al AG de optimización, de qué medidas de FCE pueden ser favorecidas por qué BP.

### **2.4 Conclusiones del capítulo**

A partir de los elementos abordados en el capítulo se considera que:

1. La identificación de BP que influyen en el comportamiento de los FCE, así como de las recomendaciones para su ejecución, permiten establecer una guía sobre las mejoras a aplicar por las organizaciones, con el objetivo de mejorar su estado para enfrentar la MPS de manera exitosa.
2. El Modelo para la Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS se fundamenta en la retroalimentación, el aprendizaje y la integración de técnicas de IA, con el objetivo de recomendar a las organizaciones escenarios de mejora y sus pronósticos de éxito o fracaso para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS. Sus componentes trabajan de forma integrada siguiendo un enfoque holístico, estratégico y de mejora continua.
3. La estrategia de GC para la recomendación de escenarios, guía a los miembros de las organizaciones para conducir el cambio desde el estado inicial de las organizaciones, hacia el escenario de mejora deseado. Contiene cuatro fases donde se desarrollan los procesos de transformación del conocimiento y contribuye al aprendizaje individual y organizacional para la MPS.
4. La herramienta informática KAIRÓS automatiza el procesamiento de la información de los FCE y las BP en combinación, para apoyar la toma de decisiones en la MPS. Implementa técnicas de IA para la optimización de escenarios, la propuesta de recomendaciones, el pronóstico del estado de las organizaciones para enfrentar un proyecto MPS y la generación de reglas de asociación entre BP y medidas de FCE.



## **CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

# **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Introducción del capítulo**

En el capítulo se describe el proceso de validación diseñado y los resultados alcanzados. Se presentan los resultados de la valoración de los expertos sobre la contribución del modelo en el uso de la información de FCE y BP para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS. Se analizan los resultados del efecto de la implementación del modelo mediante un cuasiexperimento y la técnica validación cruzada. Además, se realiza una valoración de la satisfacción del cliente y la aplicabilidad del modelo en entornos reales mediante la aplicación de encuestas y la técnica de Iadov. Por último, se triangulan los métodos aplicados y se concluye con el análisis del impacto de la solución.

### **3.2 Proceso de validación**

El problema de la investigación parte del uso de la información de los FCE y las BP, para apoyar la toma de decisiones en la MPS. La solución propuesta se centra en un modelo que combina el tratamiento de los FCE y las BP, para recomendar escenarios de mejora y pronosticar el éxito de los mismos en la MPS mediante el uso de técnicas de IA. Para comprobar la hipótesis de la investigación, la autora realizó la validación del modelo y sus componentes: la estrategia de GC y la herramienta informática KAIRÓS.

La validación de investigaciones en la rama de la informática, se enfoca en comprobar la relevancia del problema que resuelve y el rigor con que fue construida, para garantizar la incorporación de una contribución científica al sustento de la propuesta [203; 204]. Posteriormente, es necesario valorar la aplicabilidad y satisfacción de los clientes con la propuesta [205]. Para la presente validación, se utilizaron métodos empleados en tesis doctorales defendidas en el tribunal de automática y computación en los cinco últimos años [26; 187; 206-208], que proponen el empleo de: encuestas, consultas a expertos, grupos

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

focales, experimentos, entre otros. El proceso de validación de la investigación se concibió de la siguiente manera (ver figura 12 y anexo 11):

- Consulta a expertos mediante el método Delphi y la encuesta: para obtener las consideraciones de los expertos sobre la contribución del modelo y sus componentes en el uso de la información de FCE y BP para apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Cuasiexperimento y validación cruzada: el cuasiexperimento para analizar la funcionalidad del modelo y verificar si el efecto de su implementación, apoya la toma de decisiones en la MPS, a partir del uso de FCE y BP. La validación cruzada para corroborar los resultados de la RNA.
- Encuesta a los clientes y técnica de Iadov: para valorar la aplicabilidad y utilidad del modelo en entornos reales y medir la satisfacción de los clientes.

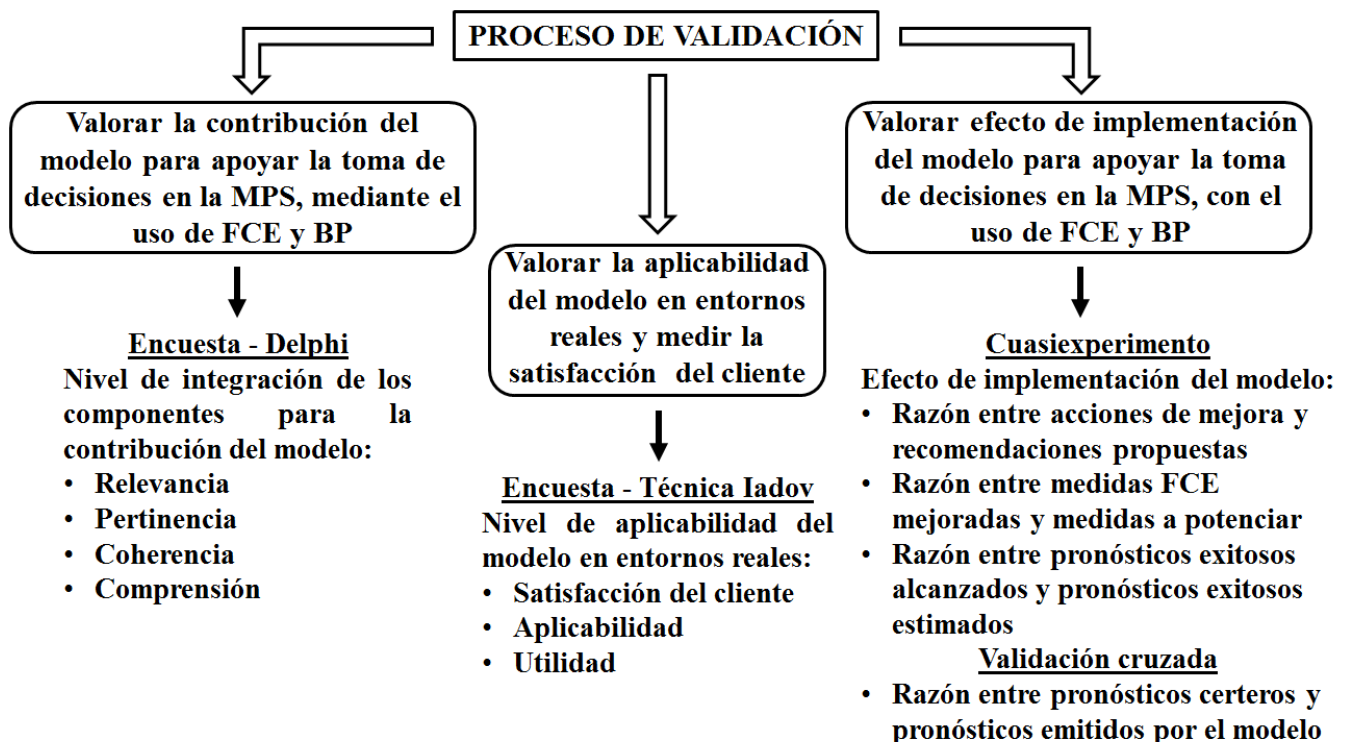


Figura 12: Proceso de validación de la investigación.

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.2.1 Contribución del modelo en el uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas

La valoración de la contribución del modelo para apoyar la toma de decisiones, mediante el uso de la información de los FCE y las BP, se realizó previo a la aplicación del modelo. Se aplicaron los métodos Delphi y la encuesta, para obtener el criterio de los expertos. Participaron 35 expertos, considerándose algunos de los que participaron en etapas previas de la investigación, así como otros de las empresas internacionales que contribuyeron a identificar la necesidad de la investigación. Para la selección de los expertos se consideró que tuviesen al menos 10 años de experiencia en la industria del software y cinco años en proyectos MPS. Para evaluar la contribución del modelo se consideraron las categorías de Relevancia (de los elementos del modelo y sus componentes), Pertinencia, Coherencia y Compresión (ver anexo 12). Para el procesamiento de las respuestas, se definieron escalas de Muy Alta (5), Alta (4), Media (3), Baja (2) y Ninguna (1).

En el análisis de los resultados de la valoración de la contribución del modelo, se pudo constatar que en todas las categorías destacan las evaluaciones de Muy Alta (5) o Alta (4), para una concordancia por encima del 85%, lo cual se considera satisfactorio. Además, en ninguna de las evaluaciones se emitieron votos en las escalas de Baja (2) o Ninguna (1) (ver tabla 3).

**Tabla 3: Resultados de la valoración de la contribución del modelo.**

Dimensiones	Elementos	Resultados en porcentajes				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Ninguna
Relevancia	Objetivo	85,71	11,43	2,86	0,00	0,00
	Principios	82,86	11,43	5,71	0,00	0,00
	Enfoques	78,09	12,38	9,52	0,00	0,00
	Cualidades	70,05	15,24	5,71	0,00	0,00

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

	Premisas	77,14	12,86	10,00	0,00	0,00
	Componentes	78,57	8,57	5,71	0,00	0,00
	Entradas/Salidas	81,90	5,24	9,52	0,00	0,00
Pertinencia		82,86	14,28	2,86	0,00	0,00
Coherencia		80,00	14,28	5,71	0,00	0,00
Comprensión		80,00	17,14	2,86	0,00	0,00

Entre los criterios emitidos por los expertos prevalecen los siguientes como elementos positivos del modelo:

- La propuesta de escenarios de mejora a partir de FCE y BP, brinda información sobre los escenarios que puede alcanzar la organización antes de la inversión.
- El pronóstico a partir del estado inicial y los escenarios de mejora posibles a alcanzar con las BP, brindan la información a las organizaciones sobre las condiciones que presentan previo a la inversión en la MPS.
- El uso de la información asociada a los FCE y las BP, resulta novedoso en el contexto de la investigación, al considerar las asociaciones e influencia en combinación, para dar solución a la problemática planteada.
- La identificación de BP y recomendaciones, brindan un marco de apoyo a las organizaciones para saber cómo conducir sus esfuerzos con vista a la MPS.
- Los componentes del modelo, estrategia de GC y herramienta informática KAIRÓS, se corresponden con la necesidad y trabajan de forma integrada para apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- La estrategia de GC propuesta, orienta los procesos de transformación del conocimiento mediante la reutilización de experiencias asociadas a los FCE y las BP en el marco de la concepción del modelo.
- La implementación de KAIRÓS, constituye un aporte práctico para la propuesta de escenarios de mejora y el pronóstico del estado inicial y los escenarios de mejora

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

propuestos. Brinda soporte a la estrategia de GC y aplica técnicas de IA con vista a la solución del problema.

En resumen, se considera que el modelo concibe el uso de la información de los FCE y las BP mediante la aplicación de técnicas de IA y la reutilización de experiencias. Esto posibilita, que se brinde información a las organizaciones sobre su estado inicial para enfrentar la MPS, escenarios y recomendaciones a aplicar para mejorar su estado, y pronósticos del estado inicial y los escenarios de mejora en la MPS. Las organizaciones cuentan con elementos relevantes para la toma de decisiones, en base a iniciar o no el proyecto MPS y hacia dónde guiar los esfuerzos. Adicionalmente a los criterios favorables sobre el modelo, se emitieron las siguientes sugerencias y recomendaciones por parte de los expertos:

- Considerar que es importante aplicar el modelo al iniciar la MPS para actuar de forma proactiva antes de la inversión, pero sería oportuna su aplicación también en otras etapas intermedias de la ejecución de la MPS.
- Las recomendaciones identificadas en la investigación son útiles para implementar las BP, pero sería conveniente establecer asociaciones entre las BP y recomendaciones de manera automatizada como se realiza con BP y FCE, más aún cuando existen recomendaciones que pueden implementar varias BP.

### **3.2.2 Efecto de implementación del modelo para apoyar la toma de decisiones**

Para la validación del efecto de la implementación del modelo en el apoyo a la toma de decisiones a partir del tratamiento de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas, se consideró realizar un diseño cuasiexperimental, debido a que el mismo manipula al menos una variable independiente, para observar su efecto en una o más variables dependientes, lo cual se corresponde con la hipótesis formulada para la presente investigación [209]. Además, se aplicó la validación cruzada para corroborar la veracidad de los pronósticos de la RNA evolutiva, como técnica que permite estimar la precisión de un modelo que se llevará a cabo

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

en la práctica y es muy empleada en entornos donde el objetivo es la predicción [148; 167; 210; 211].

Considerando que los resultados de la ejecución de un proyecto MPS no se observan a corto plazo, se adoptó para el cuasiexperimento el uso de series cronológicas múltiples, que permiten realizar análisis en corto, mediano o largo plazo, de los efectos de implementación sin necesidad de visualizarse concretamente el resultado final, o cuando se tienen las bases para asumir, como es el caso, que la influencia de la variable independiente sobre la dependiente, tarda en manifestarse [209]. Teniendo en cuenta que los proyectos MPS tardan años y por lo general se dividen en paquetes de mejora de dos a cuatro meses, que la manifestación del comportamiento de los FCE se puede evidenciar desde la implantación de los primeros paquetes de mejora, se empleó un cuasiexperimento con prepruebas, postpruebas y grupo de control durante la implantación de un paquete [26].

Para comprobar la heterogeneidad de dos muestras independientes no paramétricas, se empleó al Test de U de Mann Whitney. La prueba tiene su base en la diferencia de rango y es contraparte de la t de Student que se emplea en variables cuantitativas con distribución normal [212]. En el diseño, se espera no detectar diferencias significativas entre los grupos en las prepruebas para comprobar que los mismos fueron seleccionados correctamente y sí detectarlas en las postpruebas [26; 207].

Los escenarios candidatos para la validación fueron 12 centros de desarrollo de software de la UCI. Se involucró a miembros de la Dirección de Calidad de Software de la UCI, para evitar que la autora influyera directamente sobre los resultados.

### **Cuasiexperimento de series cronológicas múltiples**

Para el cuasiexperimento se aplicaron dos prepruebas y dos postpruebas con grupo de control; así como dos grados de manipulación, sin estímulo y con estímulo experimental. Se formó un grupo de control y uno experimental. Para medir el efecto de la variable independiente sobre

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

la dependiente, se emplean los mismos instrumentos de medición a ambos grupos, las medidas y entrevistas a profundidad.

### Diseño del cuasiexperimento de series cronológicas múltiples

El cuasiexperimento se diseñó considerando una muestra de 12 centros de desarrollo de software en la UCI, los cuales cuentan con estructuras y composición similares y llevan alrededor de seis años vinculados a proyectos MPS, aunque se diferencian en el dominio de sus aplicaciones informáticas. Para el diseño del cuasiexperimento se empleó (ver anexo 13):

- Un grupo de control, adecuado para el análisis de la causalidad entre la variable independiente y la dependiente.
- Dos prepruebas, para evaluar si la asignación a los grupos fue adecuada, así como para analizar el estado inicial de los centros.
- Dos postpruebas, para conocer si hubo o no efecto en la manipulación.

El modelo se aplica en todos los centros a un mismo tiempo, comenzando con el diagnóstico inicial. Para conformar el grupo experimental se seleccionan los primeros seis centros de desarrollo al azar, los restantes centros conforman el grupo de control. Las ventajas de este diseño, radican en que al adicionar la prueba previa pueden compararse las prepruebas de los grupos para evaluar qué tan adecuada fue la asignación aleatoria de los mismos, así como identificar el estado inicial para posteriormente analizar el puntaje – ganancia de cada grupo (la diferencia entre las puntuaciones de prepruebas y postpruebas) [209].

Preprueba 1: se aplica simultáneamente en los 12 centros de desarrollo el diagnóstico para valorar a las organizaciones al iniciar la MPS y se procesa la información con la herramienta KAIRÓS para identificar: BP a aplicar, pronóstico de estado inicial, recomendaciones a aplicar para escenario de mejora mínimo y pronóstico de escenario de mejora mínimo. Se comparan los resultados para determinar que no existan diferencias significativas con el test de U Mann Whitney.



## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Preprueba 2: cinco días después de la aplicación del diagnóstico se revisan los Planes de Mejora de los centros y se analiza la razón entre las acciones de mejora de los centros y las recomendaciones resultantes del procesamiento de KAIRÓS. Se comparan los resultados para determinar que no existen diferencias significativas aplicando el test de U Mann Whitney. Además, se realizan entrevistas para identificar el conocimiento de los directivos sobre si se encontraban en un estado favorable para iniciar la MPS, así como el conocimiento de hacia dónde dirigir los esfuerzos para mejorar respecto a su estado actual y mediante qué acciones específicas.

Aplicación del estímulo: una vez determinado que no existen diferencias significativas entre los grupos, se entrega a los centros del grupo experimental la información asociada al procesamiento de KAIRÓS sobre: pronóstico de estado inicial, escenarios de mejora y sus pronósticos, y recomendaciones a aplicar para el cambio.

Postprueba 1: transcurridos 15 días de aplicado el estímulo, se analizan los Planes de Mejora de los centros del grupo experimental, para evaluar su evolución mediante la razón entre las acciones de mejora incluidas en los planes y las recomendaciones propuestas por el modelo.

Postprueba 2: dos meses después de aplicado el estímulo, los centros culminan la implantación de al menos el primer paquete de mejoras. En este momento se analiza la evolución mediante: la razón entre las medidas de FCE mejoradas en el estado alcanzado y las medidas que debían ser potenciadas según el modelo; además, la razón entre la cantidad de centros cuyo estado alcanzado se pronostica como éxito y la cantidad de centros cuyos escenarios de mejora mínimos propuestos antes del estímulo fueron pronosticados como éxito. Los resultados se comparan aplicando el test de U Mann Whitney, para demostrar las diferencias significativas entre ambos grupos. Se realizan entrevistas a los directivos de los centros del grupo experimental, para corroborar si la información brindada contribuyó a la toma de decisiones.

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Resultados del cuasiexperimento de series cronológicas múltiples (ver anexo 14)

Preprueba 1: en el 100% de los centros de desarrollo se aplicó el diagnóstico inicial y se identificó con el procesamiento de la información por KAIRÓS:

- BP a aplicar por los centros: en el grupo de control oscilaron entre seis y 12 BP, mientras que en el grupo experimental oscilaron entre dos y 12 BP.
- El pronóstico del estado inicial: cuatro centros del grupo de control con pronóstico de fracaso y cuatro centros del grupo experimental con pronóstico de fracaso.
- Las recomendaciones a aplicar para alcanzar los escenarios de mejora mínimos: en el grupo de control oscilaron entre 10 y 51 recomendaciones, mientras que en el grupo experimental oscilaron entre 10 y 45 recomendaciones.
- El pronóstico del escenario de mejora mínimo: cuatro centros del grupo de control con pronóstico de éxito para el escenario mínimo y cuatro centros del grupo experimental con pronóstico de éxito para el escenario mínimo.

Los resultados de ambos grupos no mostraron diferencias significativas. Según el test de U Mann Whitney, los niveles de significación fueron superiores a 0,05.

Preprueba 2: transcurridos 15 días de aplicado el estímulo, se analizaron los Planes de Mejora de los centros, para evaluar su evolución. Se calculó para cada centro la razón entre las acciones de mejora asociadas a las BP y las recomendaciones propuestas por el modelo para el escenario mínimo. Los resultados obtenidos fueron:

- En el grupo de control los valores de la razón oscilaron entre 0,10 y 0,65. En el grupo experimental los valores oscilaron entre 0,10 y 0,22.
- En ambos grupos se evidenció, que gran parte de las acciones de mejora no se encontraban alineadas a las BP que la organización puede aplicar.
- En las entrevistas a los directivos se pudo constatar que no tenían conocimiento sobre si se encontraban en un estado favorable para iniciar la MPS, no sabían hacia dónde debían dirigir los esfuerzos y las acciones específicas que debían desarrollar para mejorar respecto

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

a su estado actual, limitándose solamente a desarrollar las acciones que a su entender debían conducir la mejora.

Se aplicó el test de U Mann Whitney. Como resultado se identifica que no existen diferencias significativas, pues el nivel de significación es de 0,065.

Postprueba 1: se presentaron a los centros del grupo experimental, los resultados del procesamiento del modelo y transcurridos 15 días, estos centros ya habían incorporado las recomendaciones propuestas por el modelo en su Plan de Mejoras, lo cual no ocurrió así en los centros del grupo de control. En entrevistas realizadas a los directivos de los centros del grupo experimental, alegaron que las recomendaciones fueron analizadas con el equipo e incluidas en su gran mayoría en el plan. En este caso sí se identificaron diferencias significativas entre los grupos, pues el nivel de significación del test de U Mann Whitney fue de 0,003.

Postprueba 2: dos meses después de aplicado el estímulo y habiéndose finalizado la implantación del paquete de mejoras en todos los centros, se observó:

- La razón entre las medidas de FCE mejoradas en el estado alcanzado y las medidas que debían ser potenciadas según el modelo: en el grupo de control osciló entre 0,14 y 0,31. En el grupo experimental osciló entre 0,87 y 1,00.
- La razón entre centros con estado alcanzado exitoso y centros con escenarios de mejora mínimo propuestos antes del estímulo, pronosticados como exitosos: en el grupo de control se pronosticaron cuatro escenarios mínimos exitosos (incluyendo al centro que en su estado inicial se pronosticó exitoso) y transcurridos los dos meses solo el centro con estado inicial pronosticado como éxito mantuvo esta condición. En el experimental se pronosticaron cuatro escenarios mínimos exitosos (incluyendo al centro que en su estado inicial se pronosticó exitoso) y transcurridos dos meses fueron alcanzados los cuatro estados

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

exitosos. En el grupo de control el resultado de la razón fue 0, mientras que en el experimental fue 1.

- En entrevistas realizadas a los directivos de los centros del grupo experimental, alegaron que con las recomendaciones brindadas fueron dedicados los recursos y el tiempo para acometerlas. De los seis centros de desarrollo, cuatro directivos consideraron que ya se encontraban listos para iniciar el proyecto MPS y los restantes consideraron que con el estado alcanzado y la información que poseían, debían realizar otra iteración para mejorar antes de enfrentar la mejora.

A partir de las entrevistas realizadas durante la postprueba 2 del cuasiexperimento, se identificaron las siguientes contribuciones en la aplicación del modelo:

- El modelo realiza un pronóstico del estado inicial de la organización, que brinda información para decidir si se debe iniciar un proyecto MPS.
- El modelo propone escenarios de mejora a la organización con sus respectivos pronósticos en la MPS. Además, ofrece un conjunto de recomendaciones para conducir el cambio hacia los escenarios de mejora.
- La información brindada a la organización apoya la toma de decisiones en la MPS, al orientar los esfuerzos de la organización mediante las recomendaciones y ofrecer un pronóstico que alerta si debe iniciarse o no un proyecto MPS.
- Al aplicar el test de U Mann Whitney se obtiene un resultado altamente significativo para un 0,004. El rango medio en el grupo experimental es superior al del grupo de control ( $9 > 3$ ), evidenciándose que en el ejercicio final de la prueba los efectos del estímulo son significativos. Se demuestra así, que el efecto de la implementación del modelo contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS, con lo cual se valida la hipótesis de la investigación.

Teniendo en consideración que el pronóstico de resultado en la MPS durante el cuasiexperimento se realizó con la herramienta KAIRÓS tanto al iniciar las pruebas como al

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

concluir las, se consideró necesario validar la RNA mediante la técnica de validación cruzada para corroborar la veracidad de los pronósticos.

### Validación cruzada

La validación cruzada es atractiva, especialmente cuando las personas tienen que diseñar una gran RNA con una buena generalización como objetivo. La generalización supone que los datos de prueba se extraen de la misma población utilizada para generar los datos de entrenamiento [167]. Consiste en dividir el conjunto de datos almacenados en la base de experiencias en  $n$  partes, construyendo un modelo con  $n-1$  de ellas y reservando la restante para la validación de los resultados obtenidos, con lo que finalmente para cada repetición se ajustarán  $n$  modelos validados sobre nuevas observaciones. El proceso se repite  $m$  veces consiguiendo  $m \times n$  modelos ajustados con conjuntos de entrenamiento distintos y validados sobre observaciones no utilizadas en su construcción [210; 211]. Para la validación de la RNA propuesta se toman  $n = 5$  y  $m = 5$ .

En un primer momento los datos de entrenamientos están compuestos por la partición 1, 2, 3, 4 y la partición 5 fue seleccionada para realizar la validación. En la figura 13, las dos primeras celdas de la diagonal muestran el número y porcentaje de clasificaciones correctas por la RNA entrenada. En la primera 393 estados se clasifican correctamente como 0 o fracaso, lo cual corresponde al 99,49% estados clasificados como fracaso. Del mismo modo, 404 estados se clasifican correctamente como 1 o exitosos, lo cual corresponde al 98,78% de todos los estados clasificados como exitosos. Por otra parte, de 398 casos de fracaso, el 98,74% se pronosticó correctamente y el 1,26% se pronostica incorrectamente como éxito (falso positivo). De los 338 casos exitosos, el 99,41% se clasifica correctamente como exitoso y el 0,59% se clasifica incorrectamente como fracaso (falso negativo). En general, el 99,13% de los pronósticos fueron correctos y el 0,87% erróneos.

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Clase de salida	1	393	2	99,49% (correcto) 0,51% (incorrecto)
	0	5	404	98,78% (correcto) 1,22% (incorrecto)
		98,74% (correcto) 1,26% (incorrecto)	99,41% (correcto) 0,59% (incorrecto)	99,13% (correctas) 0,87% (incorrectas)
		0	1	
		Objetivo		

**Figura 13: Matriz de confusión 1.**

Se siguió el mismo procedimiento para la identificación de las restantes matrices de confusión. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Matriz de confusión 2: 98,26% de pronósticos correctos y 1,74% erróneos.
- Matriz de confusión 3: 98,63% de pronósticos correctos y 1,37% erróneos.
- Matriz de confusión 4: 98,88% de pronósticos correctos y 1,12% erróneos.
- Matriz de confusión 5: 97,64% de pronósticos correctos y 2,36% erróneos

En todos los casos, se pudo constatar un porcentaje de aciertos en los pronósticos superiores al 95%. Lo anterior, se considera satisfactorio para el funcionamiento de la RNA y en consecuencia, corrobora la certeza del pronóstico.

### **3.2.3 Aplicabilidad del modelo en entornos reales y satisfacción de los clientes**

Para la valoración del modelo en entornos reales, fueron encuestados seis asesores de calidad y siete directivos de centros de desarrollo que participaron en el cuasiexperimento. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Satisfacción del cliente: la alta gerencia considera que el modelo satisface las necesidades de información para apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Aplicabilidad del modelo: la alta gerencia considera que la concepción del modelo y sus componentes, permiten su aplicabilidad en diversos entornos.
- Utilidad del modelo: es significativo el aporte de información que proporciona el modelo a las organizaciones como punto de partida para apoyar la toma de decisiones en la MPS.

La técnica Iadov fue desarrollada para el análisis de la satisfacción por la profesión en carreras de corte pedagógico [213]. No obstante ha sido empleada como técnica de evaluación de satisfacción de los clientes en varias investigaciones por su carácter genérico [26; 187; 206; 208; 214-217]. Se consideró oportuna su aplicación en la validación de la propuesta para conocer la satisfacción de los clientes potenciales del presente modelo. La técnica se basa en la aplicación de una encuesta compuesta por al menos tres preguntas cerradas y algunas abiertas. Las tres preguntas cerradas establecen una relación en el Cuadro Lógico de Iadov (ver tabla 4), indicando la escala de satisfacción individual de los encuestados. Las preguntas abiertas permiten profundizar en los elementos positivos y las recomendaciones o insuficiencias de la propuesta evaluada (ver anexo 15) [213]. La escala, los índices y los niveles de satisfacción están dados como se observa en la tabla 5.

**Tabla 4: Cuadro lógico de Iadov para la investigación.**

¿Cuál es su criterio sobre el Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS?	¿Considera usted oportuno iniciar la MPS sin un modelo que guíe los esfuerzos de su organización y le apoye en la toma de decisiones previo a la inversión en la MPS?								
	No			No sé			Sí		
	¿Utilizaría usted el modelo desarrollado para apoyar la toma de decisiones en su organización al iniciar la MPS?								
	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6

## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

No me gusta mucho	2	2	3	2	3	3	6	3	6
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	6
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

**Tabla 5: Escala, índices y niveles de satisfacción.**

Escala de satisfacción	Índice individual	Nivel de satisfacción
Clara satisfacción	1	+1,0
Más satisfecho que insatisfecho	2	+0,5
No definida	3	0,0
Más insatisfecho que satisfecho	4	-0,5
Clara insatisfacción	5	-1,0
Contradictoria	6	0,0

El índice de satisfacción individual se determina a partir de la triangulación de las respuestas emitidas por los encuestados en las preguntas cerradas que conforman el cuadro lógico de Iadov. El índice de satisfacción grupal (ISG) se calcula mediante la ecuación 14 a partir de los niveles de satisfacción de la siguiente forma:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0,5) + C(0) + D(-0,5) + E(-1)}{N} \quad (14)$$

Donde:

*A* es el número de encuestados con índice individual 1.

*B* es el número de encuestados con índice individual 2.

*C* es el número de encuestados con índice individual 3 o 6.

*D* es el número de encuestados con índice individual 4.

*E* es el número de encuestados con índice individual 5.

*N* es el número total de encuestados.



## VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez aplicadas las encuestas se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 6: Resultado de la aplicación de la técnica Iadov. Escala de satisfacción.**

<b>Nivel de satisfacción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Por ciento</b>
Máxima satisfacción	11	84,62
Más satisfecho que insatisfecho	2	15,38
No definida o contradictoria	0	0,00
Más insatisfecho que satisfecho	0	0,00
Máxima insatisfacción	0	0,00

A partir de los datos de satisfacción individual, se determinó el ISG, obteniéndose un valor de 0,92, lo cual se traduce en una clara satisfacción con el modelo propuesto para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS. En el criterio de los encuestados respecto a la utilidad del modelo, hubo una concordancia de un 84,62% con la calificación “Excelente” y un 15,38% lo consideró “Bueno”. Respecto a la aplicabilidad del modelo en entornos reales, existió una concordancia de un 92,31% con la calificación “Excelente” y el otro 7,69% lo calificó como “Bueno”. En cuanto a su contribución a la toma de decisiones al inicio de la MPS, el 92,31% calificó al modelo como “Excelente” y el 7,69% lo calificó como “Bueno”. Además, en las preguntas abiertas se obtuvieron las siguientes sugerencias:

- Concebir el modelo no solo al iniciar la MPS, sino también durante la ejecución de la MPS para visualizar los avances alcanzados y nutrir la base de experiencias.
- Considerar la posibilidad de extender los FCE, BP y recomendaciones al contexto de un modelo de referencia específico para futuras investigaciones.

Con la aplicación de la técnica de Iadov se obtuvieron datos relevantes respecto al grado de satisfacción de los clientes potenciales con el modelo aplicado. Los resultados obtenidos y los criterios emitidos validan la fortaleza de la propuesta, reflejándose una opinión muy positiva respecto a la satisfacción con el modelo, su utilidad y aplicabilidad; así como la consideración

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

de que el uso de la información de los FCE y las BP contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS.

### **3.2.4 Resultados de la triangulación metodológica**

Luego de haber aplicado los métodos Delphi, cuasiexperimento, validación cruzada y la técnica Iadov para validar la propuesta de solución, se realiza la triangulación metodológica de los resultados. Con ello, se pretende corroborar los resultados para identificar coincidencias y discrepancias en el proceso de validación. En la investigación, se emplea la triangulación de método (intermétodo simultáneo) [218; 219]. Los resultados de la triangulación metodológica reflejaron los siguientes aspectos:

- La valoración emitida por los expertos en el método Delphi y por los clientes en la técnica Iadov, sobre el modelo propuesto, evidencian resultados positivos y una alta satisfacción con la solución. Consideran tanto expertos como clientes, que el modelo integra el uso de los FCE y las BP y provee información para facilitar la toma de decisiones al iniciar la MPS. Así, el modelo da respuesta a las principales carencias de los modelos y guías analizados, ofreciendo información a los directivos para apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Los resultados obtenidos en el cuasiexperimento y la validación cruzada, respecto al efecto de la implementación del modelo para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS, evidencian que se cumple la hipótesis y se resuelve la recomendación del Modelo SIMPS.Cu, a partir del uso de los FCE y las BP.
- La valoración satisfactoria de los expertos y clientes fue corroborada, mediante los resultados obtenidos en la aplicación del modelo en entornos reales.

### **3.3 Análisis del impacto del modelo propuesto**

La implantación del modelo propuesto, tiene un impacto positivo muy acorde con el cumplimiento de los lineamientos de la política económica y social de nuestro país. Se destaca y evidencia el impacto de la solución en los siguientes [75]:

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**Lineamiento 72.** Trabajar para garantizar, por las empresas y entidades vinculadas a la exportación, que todos los bienes y servicios destinados a los mercados internacionales respondan a los más altos estándares de calidad.

**Lineamiento 108.** Avanzar gradualmente, según lo permitan las posibilidades económicas, en el proceso de informatización de la sociedad, el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y la industria de aplicaciones y servicios informáticos. Sustentarlo en un sistema de ciberseguridad que proteja nuestra soberanía tecnológica y asegure el enfrentamiento al uso ilegal de las tecnologías de la información y la comunicación. Instrumentar mecanismos de colaboración internacional en este campo.

El modelo permite que las organizaciones enfrenten la MPS en mejores condiciones, a partir de escenarios y recomendaciones propuestos. Brinda un pronóstico de resultado en la MPS, del estado inicial y de los escenarios de mejora estimados a partir de las BP a implementar, lo cual es indispensable para alcanzar los más altos estándares de calidad y generar un alto valor agregado en la industria del software.

Su aporte principal desde el panorama económico, está dado por los altos costos de los proyectos MPS que existen actualmente. Las salidas del modelo guían los esfuerzos y apoyan la toma de decisiones en la MPS, convirtiéndose en un criterio para emplear correctamente los presupuestos asociados a la mejora. De esta manera las organizaciones con condiciones no idóneas para iniciar la MPS, no invertirían el presupuesto en el proyecto MPS, sino que pueden ejecutar parte del mismo en una actuación proactiva hasta tener un escenario favorable en la MPS. Para una mejor visualización del impacto de la solución a partir de las consecuencias de no aplicar el modelo como guía en la toma de decisiones, se reflejan los costos asociados a MPS.

- Costo de la consultoría del proyecto MPS ejecutado en la UCI, USD 70 000,00.
- Precio de la consultoría que ofrece la empresa MS SPI Solutions la cual incluye el SCAMPI, USD 25 000,00.

## **VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

- Precio de las consultorías que ofrece el ESI Center del Tecnológico de Monterrey el cual incluye el SCAMPI, USD 23 000,00; Cursos relativos al modelo referencia, USD 16 000,00; Acompañamiento, USD 27 000,00; Pre SCAMPI, USD 8 000,00.
- Costo del SCAMPI que ofrece la empresa Procesix, USD 52 000,00.
- Costo de consultoría y SCAMPI que ofrece América XXI, USD 83 000,00.

### **3.4 Conclusiones del capítulo**

1. El modelo y sus componentes fueron validados mediante los criterios de expertos sobre su contribución, evidenciándose que el uso de la información de los FCE y BP contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS.
2. La aplicación de un cuasiexperimento y una validación cruzada, corroboraron el efecto de la implementación del modelo para proponer escenarios de mejora, pronosticar sus resultados y generar recomendaciones, lo que ofrece además, información útil para la toma de decisiones al iniciar la MPS.
3. La aplicación de la técnica Iadov, mostró un alto grado de satisfacción grupal con el modelo propuesto valorándose positivamente su utilidad y aplicabilidad en entornos reales.
4. El impacto de la solución visto desde su perspectiva económica, se fundamenta en la actuación proactiva de las organizaciones al iniciar la MPS para el máximo aprovechamiento de los recursos, a partir de la información ofrecida por el modelo y obtenida como resultado de la reutilización de experiencias.

### CONCLUSIONES

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 escenarios exitosos.
2. Las Buenas Prácticas y recomendaciones identificadas para la industria cubana del software, brindan el marco adecuado para orientar la implementación de acciones, que conduzcan el cambio hacia escenarios superiores en la Mejora de Procesos de Software.
3. El Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la Mejora de Procesos de Software, contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la mejora mediante el tratamiento en combinación de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, para proponer escenarios de mejora con sus respectivos pronósticos de éxito y las recomendaciones para conducir el tránsito.
4. La estrategia de Gestión del Conocimiento para la recomendación de escenarios, guía los esfuerzos de la organización hacia el cambio de mejora deseado mediante el tratamiento de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas. Favorece la transformación de la información en conocimiento útil para la toma de decisiones y el aprendizaje individual, organizacional e inter-organizacional.
5. La herramienta informática KAIRÓS aplica técnicas de Inteligencia Artificial para apoyar la toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software. Implementa un AG para la generación de escenarios de mejora, identifica las relaciones entre Buenas Prácticas y Factores Críticos de Éxito haciendo uso de las reglas de asociación, pronostica el resultado

## **CONCLUSIONES**

del estado inicial y los escenarios de mejora a través de una Red Neuronal Artificial evolutiva y ofrece recomendaciones para ejecutar las Buenas Prácticas.

6. Los resultados de la validación de la solución, corroboran que su aplicación contribuye a apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software, mediante el tratamiento en combinación de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas. Ello se evidencia en una alta satisfacción de los clientes con la solución, en los criterios positivos emitidos por los expertos respecto a la contribución del modelo y en la valoración del efecto de su implementación.

### **RECOMENDACIONES**

1. Expandir la concepción del Modelo de Recomendación de Escenarios no solo al iniciar la Mejora de Procesos de Software para actuar proactivamente antes de la inversión, sino también durante la ejecución del proyecto de Mejora de Procesos de Software para monitorear los avances en la implantación de mejoras.
2. Enriquecer el conjunto de Buenas Prácticas y recomendaciones a partir de las nuevas experiencias adquiridas en la Mejora de Procesos de Software durante la puesta en práctica del modelo propuesto.
3. Concebir el establecimiento de relaciones de asociación entre Buenas Prácticas y recomendaciones de manera automatizada, para su propuesta a las organizaciones sobre la base de experiencias, considerando que existen recomendaciones que pueden ser utilizadas para implementar varias Buenas Prácticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MARTÍNEZ MOLINA, R. AND JACOBO GALLARDO, J. L., *Las tecnologías de información y comunicación: su evolución y aplicación en los negocios internacionales*. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración, 2017. Vol. 7, num 12, p. 440-467. ISSN 2007-9494.
2. CABERO ALMENARA, J. AND RUIZ PALMERO, J., *Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital*. International Journal of Educational Research and Innovation (Ijeri), 2017, num 9, p. 16-30. ISSN 2386-4303.
3. CASTRO DÍAZ-BALART, F., *La Ciencia para el desarrollo en el Siglo XXI*. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2013. Vol. 2, num 2, p. 10. ISSN 2304-0106.
4. PRESSMAN, R. S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 7th ed. McGraw-Hill Companies, Inc., 2010, New York: Raghathan Srinivasan. p.777. ISBN 978-0-07-337 597-7.
5. JUERGENS, E. *A decade of software quality analysis in practice: Surprises, anecdotes, and lessons learned (keynote)*. Actas del IEEE 25th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER), 2018. IEEE. p. 1-1. ISBN 1538649691.
6. MITRA, A., *Fundamentals of quality control and improvement*. 4th ed, 2016: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-70514-8.
7. GARCIA RODRÍGUEZ, A. M., TRUJILLO CASAÑOLA, Y. AND PÉREZ ARZA, L., *Pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software*. Revista Cubana de Ciencias Informáticas (RCCI), 2016. Vol. 10, num No. Especial Informática 2016, p. 16. ISSN 2227-1899
8. CALLEJAS CUERVO, M., ALARCÓN ALDANA, A. C. AND ÁLVAREZ CARREÑO, A. M., *Modelos de calidad del software, un estado del arte*. Entramado, 2017. Vol. 13, num 1, p. 236-250. ISSN 1900-3803.
9. STANDISH-GROUP, *Chaos Manifiesto 2016*, in *The Standish Group*. 2016, The Standish Group International, Inc.
10. TSUI, F., KARAM, O. AND BERNAL, B., *Essentials of software engineering*. 4th ed, 2018, 5 Wall Street: Jones & Bartlett Learning. p.333. ISBN 1284106004.
11. BANNERMAN, P. L. *Barriers to project performance*. Actas del 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 2013 Celebrado en Wailea, Maui, HI, USA (2013), IEEE. p. 4324-4333. ISBN 1467359335.
12. SOMMERVILLE, I., *Software Engineering*. 9th ed, 2011: Addison-Wesley. p.840. ISBN 978-0-13-703515-1.
13. FUGGETTA, A. AND DI NITTO, E. *Software process*. Actas del Proceedings of the on Future of Software Engineering. Celebrado en Hyderabad, India (2014), ACM. p. 1-12.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

14. BRAUDE, E. J. AND BERNSTEIN, M. E., *Software engineering: modern approaches*. 2nd ed, 2016: Waveland Press. p.782. ISBN 1478633034.
15. IEEE, *610-1990 - IEEE Standard Computer Dictionary: Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. 1990, IEEE Computer Society. Disponible en: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/610-1990.html>.
16. RASTOGI, V., *Software Development Life Cycle Models-Comparison, Consequences*. International Journal of Computer Science and Information Security, 2015. Vol. 6, num 1, p. 168-172. ISSN 0975-9646.
17. CARRETEIRO, P., DE VASCONCELOS, J. B., BARÃO, A. AND ROCHA, Á., *A knowledge management approach for software engineering projects development*, in *New Advances in Information Systems and Technologies*. 2016, Springer. p. 59-68.
18. CLARKE, P., O'CONNOR, R. V. AND LEAVY, B. *A complexity theory viewpoint on the software development process and situational context*. Actas del IEEE/ACM International Conference on Software and System Processes (ICSSP), 2016. IEEE. p. 86-90. ISBN 1450341888.
19. NAUMANN, S., KERN, E., DICK, M. AND JOHANN, T., *Sustainable software engineering: Process and quality models, life cycle, and social aspects*, in *ICT Innovations for Sustainability*. 2015, Springer. p. 191-205.
20. ASHRAFI, N., *The impact of software process improvement on quality: in theory and practice*. Information and Management, 2003. Vol. 40, num 6, p. 677 - 690. ISSN 0378-7206.
21. BASILI, V. R., MCGARRY, F. E., PAJERSKI, R. AND ZELKOWITZ, M. V., *Lessons learned from 25 years of process improvement: the rise and fall of the NASA software engineering laboratory*. 24th International Conference on Software Engineering, 2002, p. 69-79.
22. FARRUKH, A., *Software Process Improvement*. 2014.
23. MAS, A., MESQUIDA, A., O'CONNOR, R. V., ROUT, T. AND DORLING, A., *Software Process Improvement and Capability Determination on Software Process Improvement and Capability Determination: SPICE, 2017*. S. 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE. Vol. 770. 2017, Palma de Mallorca, Spain: Springer. p.529. ISBN 978-3-319-67382-0.
24. O'REGAN, G., *Software process improvement*, in *Concise Guide to Software Engineering*. 2017, Springer. p. 239-254. ISBN 978-3-319-57749-4.
25. PINO, F., GARCIA, F. AND PIATTINI, M., *Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review*. Software Quality Journal, 2008. Vol. 16, num 2, p. 237-261. ISSN 0963-9314.
26. TRUJILLO CASAÑOLA, Y. *Modelo para Valorar las Organizaciones Desarrolladoras de Software al Iniciar la Mejora de Procesos*, Doctorado en Ciencias Técnicas, Tutor A. FEBLES ESTRADA AND G. LEÓN, desarrollada en Dirección de Calidad de Software, 2014, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana. p. 210. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/8586>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

27. ZAHARAN, S., *Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success*. 1st ed, 1998: ADDISON WESLEY. p.447. ISBN 978-0201177824.
28. MATHIASSEN, L. AND POURKOMEYLIAN, P., *Managing knowledge in a software organization*. Journal of Knowledge Management, 2003. Vol. 7, num 2, p. 63-80. ISSN 1367-3270.
29. MATTURRO, G. *Modelo para la gestión del conocimiento y la experiencia integrada a las prácticas y procesos de desarrollo software*, Tesis Doctoral, Tutor A. SILVA VÁZQUEZ, desarrollada en Facultad de Informática, 2010, Universidad Politécnica de Madrid: Madrid. p. 393. Disponible en: <http://www.ort.edu.uy/fi/pdf/tesismatturro2010.pdf>.
30. MEJIA, J., MUÑOZ, E. AND MUÑOZ, M., *Reinforcing the applicability of multi-model environments for software process improvement using knowledge management*. Science of Computer Programming, 2016. Vol. 121, p. 3-15. ISSN 0167-6423.
31. KALINOWSKI, M., WEBER, K., FRANCO, N., BARROSO, E., DUARTE, V., ZANETTI, D. AND SANTOS, G. *Results of 10 years of software process improvement in Brazil based on the MPS-SW Model*. Actas del 9th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2014. IEEE. p. 28-37. ISBN 1479961337.
32. NIAZI, M., *A comparative study of software process improvement implementation success factors*. Journal of Software: Evolution and Process, 2015. Vol. 27, num 9, p. 700-722. ISSN 2047-7481.
33. BOAS VILLAS, G., DA ROCHA CAVALCANTI, A. R. AND DO AMARAL PECEGUEIRO, M. *An approach to implement software process improvement in small and mid sized organizations*. Actas del Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010. IEEE. p. 447-452. ISBN 1424485398.
34. BORJA, J., RUBINSTEIN, V. L. AND RUBINSTEIN, A. (2013) *A história da Tahini-Tahini: melhoria de processos de software com métodos ágeis e modelo MPS*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Secretaria de Política de Informática, Brasília.
35. UNTERKALMSTEINER, M., GORSCHKE, T., ISLAM, A. M., CHENG, C. K., PERMADI, R. B. AND FELDT, R., *Evaluation and measurement of software process improvement. A systematic literature review*. IEEE Transactions on Software Engineering, 2012. Vol. 38, num 2, p. 398-424. ISSN 0098-5589.
36. STOLFA, J., STOLFA, S., O'CONNOR, R. V. AND MESSNARZ, R., *Systems, Software and Services Process Improved*. 24th European Conference, EuroSPI 2017, Vol. 748. 2017, Czech Republic: Springer. ISBN 3319642189.
37. LEE, J.-C., SHIUE, Y.-C. AND CHEN, C.-Y., *Examining the impacts of organizational culture and top management support of knowledge sharing on the success of software process improvement*. Computers in Human Behavior, 2016. Vol. 54, p. 462-474. ISSN 0747-5632.
38. FERNÁNDEZ DÍAZ, H., MILÁN CRISTO, N., GARCIA RODRÍGUEZ, A. M. AND TRUJILLO CASAÑOLA, Y. *Bases teóricas para un procedimiento que evalúe cuantitativamente la influencia de los Factores Críticos de Éxito en la Mejora de Procesos*. Actas del Informática 2016. VII Taller Internacional de Calidad en las Tecnologías de la

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Información y las Comunicaciones. Celebrado en La Habana* (2016), XVI Convención y Feria Internacional INFORMÁTICA 2016.

39. ALLISON, I. *Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: a Multi-Case Analysis*. Actas del *Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Celebrado en Porto* (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 418 - 423

40. DOUNOS, P. AND BOHORIS, G. *Factors for the Design of CMMI-based Software Process Improvement Initiatives*. Actas del *Conference on Informatics (PCI), 2010 14th Panhellenic Celebrado en Tripoli* (2010), IEEE Xplore Digital Library. p. 43 - 47.

41. MOITRA, D., *Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach*. *Software Process: Improvement and Practice*, 1998. Vol. 4, num 4, p. 199-207. ISSN 1099-1670.

42. MONTOYA, B. AND ANDRÉS, J., *Comparación de metodologías ágiles y procesos de desarrollo de software mediante un instrumento basado en CMMI*. *Scientia et technica*, 2016. Vol. 21, num 2. ISSN 0122-1701.

43. MUÑOZ, M., GASCA, G. AND VALTIERRA, C., *Caracterizando las necesidades de las pymes para implementar mejoras de procesos software: Una comparativa entre la teoría y la realidad*. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2014, num SPE1, p. 1-15. ISSN 1646-9895.

44. NGWENYAMA, O. K., *Competing values in software process improvement: an assumption analysis of CMM from an organizational culture perspective*. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2003. Vol. 50, num 1, p. 13. ISSN 0018-9391

45. STELZER, D. AND MELLIS, W. *Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement*. Actas del *SOFTWARE PROCESS-IMPROVEMENT AND PRACTICE*. Celebrado (1999), Citeseer.

46. TRUJILLO CASAÑOLA, Y., FEBLES ESTRADA, A., LEÓN, G., BETANCOURT, Y. AND OJEDA ESTRADA, D. *Variables para valorar una organización al iniciar la mejora de procesos de software*. Actas del *16 CONVENCION CIENTIFICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA. Celebrado en La Habana* (2012), CUJAE. p. 13.

47. BABAR, M. A. AND NIAZI, M. *Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Analysis of Vietnamese Practitioners' Views*. Actas del *IEEE International Conference on Global Software Engineering, ICGSE 2008*. IEEE Computer Society. p. 67-76. ISBN 978-0-7695-3280-6

48. MÜLLER, S. D., MATHIASSEN, L. AND BALSHOJ, H. H., *Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature*. *Journal of Systems and Software*, 2010. Vol. 83, num 11, p. 19. ISSN 0164-1212.

49. NIAZI, M., BABAR, M. A. AND VERNER, J. M., *Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison*. *Information and Software Technology*, 2010. Vol. 52, num 11, p. 13. ISSN 0950-5849.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

50. LARRUCEA, X., O'CONNOR, R. V., COLOMO-PALACIOS, R. AND LAPORTE, C. Y., *Software process improvement in very small organizations*. IEEE Software, 2016. Vol. 33, num 2, p. 85-89. ISSN 0740-7459.
51. KHAN, A. A. AND KEUNG, J., *Systematic review of success factors and barriers for software process improvement in global software development*. IET software, 2016. Vol. 10, num 5, p. 125-135. ISSN 1751-8814.
52. LAPORTE, C. Y. AND O'CONNOR, R. V., *Software process improvement in graduate software engineering programs*. 1st International Workshop on Software Process Education, Training and Professionalism, SPETP 2015. Vol. 1368.
53. OKTABA, H., ESQUIVEL ALQUICIRA, C., RAMOS SU, A., MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A., OSORIO QUINTANILLA, G., LÓPEZ RUVALCABA, M., HINOJO LÓPEZ-LIRA, F., LÓPEZ RIVERA, M. E., MENDOZA OROZCO, M. J. AND ORDÓÑEZ FERNÁNDEZ, Y., *Modelo de procesos para la industria de software Moprosoft*. 2005, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS).
54. FLORES RÍOS, B. L., ASTORGA VARGAS, M. A., RODRÍGUEZ ELIAS, O. M., IBARRA ESQUER, J. E. AND ANDRADE, M. D. C., *Interpreting the mexican standards for software process implementation and capacity assessment under a knowledge management approach*. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2014, num 71, p. 85-100. ISSN 0120-6230.
55. SANDOVAL CRUZ, D., *Herramienta para establecer y controlar Iniciativas de Mejora de Procesos con MoProSoft-Tool for supporting MoProSoft-based software Process Improvement Initiatives*. ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica, 2017. Vol. 4, num 1. ISSN 2007-5448.
56. CAVALCANTI, A. R. AND CHAVES, K., *MPS.BR Lecciones Aprendidas*, in *CDD – 001.6425-001.642* SOFTEX, 2008, Sistemas de Bibliotecas de la UNICAMP: Campinas, Brasil.
57. WEBER CHAVES, K., MACEDO, M. M., FRANCO DE OLIVEIRA, N. H., TEIXEIRA, E. B. AND DUARTE COSTA, V. *Impactos Socioeconômicos no Brasil do Modelo MPS-SW para Melhoria de Processos de Software*. Actas del XIV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS). Celebrado (2015). p. 236-243.
58. KALINOWSKI, M., WEBER, K., SANTOS, G., FRANCO, N., DUARTE, V. AND TRAVASSOS, G., *Software Process Improvement Results in Brazil Based on the MPS-SW Model*. Software Quality Professional, 2015. Vol. 17, num 4. ISSN 1522-0540.
59. KOUZARI, E., GEROGIANNIS, V. C., STAMELOS, I. AND KAKARONTZAS, G. *Critical success factors and barriers for lightweight software process improvement in agile development: A literature review*. Actas del 10th International Joint Conference on Software Technologies (ICSOFT), 2015. IEEE. p. 1-9. ISBN 9897581391.
60. FORRADELLAS, P., PANTALEO, G. AND ROGERS, J., *El modelo CMM/CMMI - Cómo garantizar el éxito del proceso de mejoras en las organizaciones, superando los conflictos y tensiones generados por su implementación*. 2005, IEEE COMPUTER SOCIETY e it-Mentor: Universidad CAECE, Av. de Mayo 866. p. 21.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

61. TRUJILLO CASAÑOLA, Y., FEBLES ESTRADA, A., LEÓN, G., BETANCOURT, Y., ENAMORADO, O., SÁNCHEZ, Y. AND TAMAYO, L. *Modelo para valorar las organizaciones previo a la mejora de procesos de software*. Actas del VI Taller de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Celebrado en La Habana (2013), Informática 2013. p. 2-10.
62. TRUJILLO, Y., FEBLES, A., LEÓN, G., BETANCOURT, Y., ENAMORADO, O. AND SANCHEZ, Y., *Diagnóstico al iniciar la mejora de proceso de software* Ingeniería Industrial, 2014. Vol. XXXV, num 2, p. 11. ISSN 1815-5936.
63. MONTONI, M. AND ROCHA, A. R., *A Methodology for Identifying Critical Success Factors That Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Software Industry*, in *Software Process Improvement*, P. ABRAHAMSSON, N. BADDOO, T. MARGARIA AND R. MESSNARZ, 2007, Springer Berlin Heidelberg. p. 175-186. ISBN 978-3-540-74765-9.
64. SANTOS, G., KALINOWSKI, M., ROCHA, A. R., TRAVASSOS, G. H., WEBER, K. C. AND ANTONIONI, J. A. *MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry*. Actas del Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, 2010. IEEE Computer Society. p. 412-417.
65. MONTONI, M. A. AND ROCHA, A. R. *Applying Grounded Theory to Understand Software Process Improvement Implementation*. Actas del Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, 2010. IEEE Computer Society. p. 25-34.
66. MATTURRO, G. AND SAAVEDRA, M. J., *Considering People CMM for managing factors that affect software process improvement*. IEEE Latin America Transactions, 2012. Vol. 10, num 2, p. 1603-1615. ISSN 1548-0992.
67. GARCIA RODRÍGUEZ, A. M., ARZA PÉREZ, L., TRUJILLO CASAÑOLA, Y. AND FEBLES RODRÍGUEZ, J. P., *Estrategia de gestion del conocimiento para la recomendacion de escenarios en la MPS*. Ciencias de la Información, 2016. Vol. 47, num 2, p. 19-24. ISSN 0864-4659.
68. GARCIA RODRÍGUEZ, A. M. *Proceso para el pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software*, Tesis de maestría, Tutor Y. TRUJILLO CASAÑOLA, desarrollada en Ingeniería y Gestión de Software. Facultad 3, 2013, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana.
69. GARCIA RODRÍGUEZ, A. M., TRUJILLO CASAÑOLA, Y. AND PERDOMO VERGARA, A., *Optimización de estados en la mejora de procesos de software*. Enl@ce, 2017. Vol. 13, num 2. ISSN 1690-7515.
70. GARCIA RODRÍGUEZ, A. M., TRUJILLO CASAÑOLA, Y., RIVERO MORALES, R. G., VERDERA MARCANO, M. A. AND SANTOS ACOSTA, O. *Red Neuronal Artificial para el pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software*. Actas del Congreso INFO 2016. Celebrado en La Habana (2016), Instituto de Información Científica y Tecnología (IDICT).
71. TRUJILLO CASAÑOLA, Y., FEBLES ESTRADA, A., LEÓN RODRÍGUEZ, G. AND BETANCOURT RODRÍGUEZ, Y., *La gestión de información y los factores críticos de éxito*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- en la mejora de procesos*. Ciencias de la Información, 2013. Vol. 44, num 3, p. 27-33. ISSN 0864-4659.
72. NIAZI, M., WILSON, D. AND ZOWGHI, D., *Critical success factors for software process improvement implementation: an empirical study*. Software Process: Improvement and Practice, 2006. Vol. 11, num 2, p. 193-211. ISSN 1099-1670.
73. ISO, *ISO 9001:2000. Quality management systems - Requirements*. 2000, ISO. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=21823](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=21823).
74. CHANATASIG TOAPANTA, H. M., OÑA SINCHIGUANO, B. E. AND ORBEA JIMENEZ, E. M., *Mejora de procesos de software*. Revista Publicando, 2017. Vol. 4, num 12 (1), p. 68-88. ISSN 1390-9304.
75. GRANMA, *Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021*, in *Granma*. 2016, VII Congreso del Partido Comunista de Cuba: La Habana. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/6to-congreso-pcc/Folleto%20Lineamientos%20VI%20Cong.pdf>.
76. CHRISSIS, M. B., KONRAD, M. AND SHRUM, S., *CMMI for development: guidelines for process integration and product improvement*, 2011: Pearson Education. p. ISBN 0132700441.
77. SHEWHART, W. A., *Statistical method from the viewpoint of quality control*. 1986, Washington, DC: Courier Dover Publications. ISBN 0486652327.
78. MCFEELEY, B. IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement. C.-M.U.P.P.S.E. INST, 1996. ADA305472.
79. ARTHUR, J., *The Small Business Guerrilla Guide to Six Sigma*. 2004, Denver, CO: LifeStar Publishing.
80. TENNANT, G., *Six Sigma: SPC and TQM in manufacturing and services*. 2001: Gower Publishing, Ltd. p. ISBN 0566083744.
81. ARTHUR, J., *Lean Simplified: The Power Laws of Speed!*ed, ed. 2004: KnowWare International Inc. p. ISBN 1884180299.
82. GOLDSBY, T. J. AND MARTICHENKO, R., *Lean six sigma logistics: Strategic development to operational success*. 2005: J. Ross Publishing. p. ISBN 1932159363.
83. SOFTEX. *MPS.Br*. MPS.Br - Melhoria de Processos do Software Brasileiro 2014 2014[cited 2016 24/01/2016]; Disponible en: <http://www.softex.br/mpsbr/>.
84. SANTOS, G., KALINOWSKI, M., ROCHA, A. R., TRAVASSOS, G. H., WEBER, K. C. AND ANTONIONI, J. A. *MPS. BR program and MPS model: main results, benefits and beneficiaries of software process improvement in Brazil*. Actas del *Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, 2012. Celebrado (2012), IEEE. p. 137-142. ISBN 1467323454.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

85. MORILLO, P., VIZCARDI, M., SANCHEZ, V. AND DÁVILA, A. *Implementación y certificación de MoProSoft en una pequeña empresa desarrolladora de software: lecciones aprendidas de cuatro iteraciones de mejora*. Actas del SBQS 2012, XI Simposio Brasileiro de Qualidade de Software.
86. OKTABA, H. AND VÁZQUEZ, A., *MoProSoft®: A Software Process Model*. Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies: Techniques and Case Studies, 2008. ISSN 1599049082.
87. INSTITUTE, C. *CMMI Institute*. CMMI Institute. AN ISACA ENTERPRISE 2018 2018[cited 2018 03/02/2018]; Disponible en: <http://cmmiinstitute.com/>.
88. SEI, *CMMI for Development. Version 1.3 2010*, TECHNICAL REPORT. CMU/SEI-2010-TR-033.
89. CHUNLI, S. AND RONGBIN, W. *Research on Software Project Quality Management Based on CMMI*. Actas del *International Conference on Robots & Intelligent System (ICRIS)*. Celebrado (2016), IEEE. p. 381-383. ISBN 978-1-5090-4155-8
90. ISO, *ISO/IEC 15504-1:2004. Information technology*. 2004, ISO. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=38932](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38932).
91. GARZÁS, J., FERNÁNDEZ, C. M. AND PIATTINI, M., *Una aplicación de ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de PYMEs y pequeños equipos de desarrollo*. Revista Española De Innovación, Calidad e Ingeniería Del Software (REICIS), 2009. Vol. 5, num 2, p. 88-98.
92. HABIB, Z. *The critical success factors in implementation of software process improvement efforts: CSFs, motivators & obstacles*, Master Theses, Tutor F. AGAHI, 2009. Disponible en: <https://gupea.ub.gu.se/handle/2077/20519>.
93. BABAR, M. A. AND ZHANG, H. *Systematic literature reviews in software engineering: Preliminary results from interviews with researchers*. Actas del *3rd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, 2009. ESEM 2009*. IEEE. p. 346-355. ISBN 1424448425.
94. TOAPANTA CHANATASIG, H. M., SINCHIGUANO OÑA, B. E. AND JIMENEZ ORBEA, E. M., *Mejora de procesos de software*. Revista Publicando, 2017. Vol. 4, num 12 (1), p. 68-88. ISSN 1390-9304.
95. DEL VILLAR DURÓN, B. L. AND MATA MUÑOZ, M. A., *Selección de estrategias para la implementación de Mejoras de Procesos Software*. ReCIBE, 2016. Vol. 2, num 3. ISSN 2007-5448.
96. GONZALO, C., JEZREEL, M., MIRNA, M. AND TOMÁS, S. F., *Experiencia en la mejora de procesos de gestión de proyectos utilizando un entorno de referencia multimodelo*. RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, 2010, num 6, p. 87-100. ISSN 1646-9895.
97. SANTOS, G., MONTONI, M., VASCONCELLOS, J., FIGUEIREDO, S., CABRAL, R., CERDEIRAL, C., KATSURAYAMA, A. E., LUPO, P., ZANETTI, D. AND ROCHA, A. R. *Implementing software process improvement initiatives in small and medium-size enterprises*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- in Brazil. Actas del 6th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology, QUATIC 2007. IEEE. p. 187-198. ISBN 0769529488.*
98. JALOTE, P. *Lessons learned in framework-based software process improvement. Actas del Software Engineering Conference, 2002. Ninth Asia-Pacific. IEEE. p. 261-265. ISBN 0769518508.*
99. CONRADI, R., DYBÅ, T., SJOBERG, D. I. K. AND ULSUND, T. *Lessons learned and recommendations from two large norwegian SPI programmes. Actas del European Workshop on Software Process Technology. Celebrado (2003), Springer. p. 32-45.*
100. NIAZI, M., WILSON, D. AND ZOWGHI, D., *A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study. J. Syst. Softw., 2005. Vol. 74, num 2, p. 155-172. ISSN 0164-1212.*
101. CAPOTE, J., LLANTÉN, C. J., PARDO, C., GONZÁLEZ, A. J. AND COLLAZOS, C. A., *Gestión del conocimiento como apoyo para la mejora de procesos software en las micro, pequeñas y medianas empresas. Ingeniería e investigación, 2008. Vol. 28, num 1, p. 137-145. ISSN 0120-5609.*
102. DYBA, T., *An instrument for measuring the key factors of success in software process improvement. Empirical software engineering, 2000. Vol. 5, num 4, p. 357-390. ISSN 1382-3256.*
103. BADDOO, N. AND HALL, T., *Motivators of Software Process Improvement: an analysis of practitioners' views. Journal of Systems and Software, 2002. Vol. 62, num 2, p. 85-96. ISSN 0164-1212.*
104. MAS, A. AND AMENGUAL, E., *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. Vol. 1, num 2, p. 7-29. ISSN 1885-4486.*
105. PINO, F., GARCÍA, F. AND PIATTINI, M., *Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 2006. Vol. 2, num 1, p. 6-23. ISSN 1885-4486.*
106. PANTOJA, W. L., COLLAZOS, C. A. AND PENICHET, V. M. R., *ENTORNO COLABORATIVO DE APOYO A LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE EN PEQUEÑAS ORGANIZACIONES DE SOFTWARE. Dyna, 2013. Vol. 80, num 177, p. 40. ISSN 0012-7353.*
107. YÉPEZ VARGAS, W., PRIMERA LEAL, C. AND TORRES SAMUEL, M., *MEJORAS AL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE USANDO EL MODELO DE MADUREZ DE CAPACIDAD INTEGRADO (CMMI). Compendium, 2013. Vol. 16, num 30. ISSN 1317-6099.*
108. BLANCO RAMOS, K., BATISTA SUÁREZ, A., MONTALVÁN PÉREZ, D., AGÜERO NEULAND, D., ESTRADA FEBLES, A., MARTÍNEZ DELGADO, R. AND ROJA MUÑOZ, M., *Experiencias del programa de mejora de procesos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 2011. Vol. 5, num 2. ISSN 1994-1536.*



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

109. CLARKE, P. AND O'CONNOR, R. *Harnessing ISO/IEC 12207 to Examine the Extent of SPI Activity in an Organisation*. Actas del European Conference on Software Process Improvement. Celebrado (2010), Springer. p. 25-36.
110. NIAZI, M., WILSON, D. AND ZOWGHI, D., *A framework for assisting the design of effective software process improvement implementation strategies*. Journal of Systems and Software, 2005. Vol. 78, num 2, p. 204-222. ISSN 0164-1212.
111. SCHEIN, E. H., *Process consultation revisited: Building the helping relationship*, ed. 1999: Addison-Wesley Reading, MA. p.6. ISBN 020134596X.
112. CHOO WEI, C. AND DÍAZ REY, D., *La organización inteligente: el empleo de la información para dar significado, crear conocimiento y tomar decisiones* ed. 1999: Oxford University Press México DF. ISBN 9706134476.
113. RODRÍGUEZ ESTRADA, M. AND MÁRQUEZ ALEGRÍA, M., *Manejo de problemas y toma de decisiones*. 2nd ed, Vol. 8. 2015, México: Editorial El Manual Moderno. ISBN 968-426-858-0.
114. BECERRA-FERNANDEZ, I. AND SABHERWAL, R., *Knowledge management: Systems and processes* ed, 2014: Routledge ISBN 1317503031.
115. GEISLER, E. AND WICKRAMASINGHE, N., *Principles of knowledge management: Theory, practice, and cases* ed, 2015: Routledge. ISBN 1317415167.
116. HISLOP, D., *Knowledge management in organizations: A critical introduction* ed, 2013: Oxford University Press. ISBN 0199691932.
117. LIEBOWITZ, J. AND FRANK, M., *Knowledge management and e-learning* ed, 2016: CRC press. ISBN 1439837260.
118. DUTTA, S. AND DE MEYER, A., *Knowledge Management at Arthur Andersen. Building Assets en Relate Time ans in Virtual Space*. INSEAD: Fontainebleau, 1997.
119. SALAZAR, C. J. M. AND ZARANDONA, A. X., *Valoración crítica de los modelos de gestión del conocimiento*. Empresa global y mercados locales: XXI Congreso Anual AEDEM, 2007. Vol. 2. ISSN 978-84-7356-500-4.
120. RODRÍGUEZ, G. D., *Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica*. Educar, 2006. Vol. 37, p. 25-39. ISSN 0211-819X.
121. HANSEN, M. T., NOHRIA, N. AND TIERNEY, T., *What's your strategy for managing knowledge? Response*. Harvard Business Review, 1999. Vol. 77, num 3, p. 196-196. ISSN 0017-8012.
122. ARENT, J. AND NORBJERG, J. *Software process improvement as organizational knowledge creation: a multiple case analysis*. Actas del Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2000. IEEE. p. 11. ISBN 0769504930.
123. POURKOMEYLIAN, P., *Knowledge Creation in Improving a Software Organization*, in *Diffusing Software Product and Process Innovations*. 2001, Springer. p. 205-223.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

124. CARRILLO RAZÓN, O., GARCÍA DURÁN, J., GARCÍA GONZÁLEZ, J. A., ITURRIAGA CORTÉS, F. AND MEJÍA MIRANDA, J., *Cómo guiar a las Pymes en la Mejora de Procesos Software*. RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, 2014. Vol. no.spe1 Porto mar. 2014, num E1, p. 17-30. ISSN 1646-9895.
125. MOHAPATRA, S., AGRAWAL, A. AND SATPATHY, A., *Designing knowledge management strategy*, in *Designing Knowledge Management-Enabled Business Strategies*. 2016, Springer. p. 55-88.
126. WIIG, K. M., *Knowledge Management Foundations : Thinking about Thinking : How People and Organizations Create, Represent and Use Knowledge / K.M. Wiiged*, ed. 1993, Arlington, EUA: Arlington, EUA : Schema. p.471. ISBN 978-0963892508.
127. NONAKA, I. AND VON KROGH, G., *Perspective -Tacit knowledge and knowledge conversion: Controversy and advancement in organizational knowledge creation theory*. Organization Science, 2009. Vol. 20, num 3, p. 635-652. ISSN 1047-7039.
128. NONAKA, I., TAKEUCHI, H. AND KOCKA, M. H., *La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*, ed. 1999: Oxford University Press México DF. ISBN 9706134549.
129. HOLSAPPLE, C. W. AND JOSHI, K. D., *Comprensión de soluciones de la gestión del conocimiento evolución de los modelos de GC en la teoría y en la práctica*, in *Sistemas de gestión del conocimiento : teoría y práctica*, S. BARNES, 2002, Thomson-Paraninfo: España. p. 269-291. ISBN 84-9732-164-2.
130. EVANS, M., DALKIR, K. AND BIDIAN, C., *A holistic view of the knowledge life cycle: the knowledge management cycle (KMC) model*. Leading Issues in Knowledge Management, 2015. Vol. 2, p. 47. ISSN 1910810347.
131. DALKIR, K., *Knowledge management in theory and practice*, 2011: Elsevier Butterworth–Heinemann. ISBN 0-7506-7864-X.
132. CALDERÓN ALFARO, G. G. AND GARCÍA ALFARO, V. G., *Modelo de gestión del conocimiento para la pequeña y mediana empresa*. Sotavento MBA, 2012, num 20, p. 8-21. ISSN 2346-2175.
133. CRHOVÁ, Z., PAVELKOVÁ, D. AND MATOŽKOVÁ, J. *A Knowledge Management Literature Review based on Wiig's Prognosis of 1997*. Actas del Proceedings of the International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management. Celebrado (2015), SCITEPRESS-Science and Technology Publications, Lda. p. 281-286. ISBN 9897581588.
134. NONAKA, I., *Managing Industrial Knowledge: Creation, Transfer and Utilization*, 2001: Sage Publications, Inc. p.352. ISBN 0761954988.
135. NONAKA, I. AND TOYAMA, R., *The Knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process*, in *The essentials of knowledge management*. 2015, Springer. p. 95-110.
136. HOLDEN, N. AND GLISBY, M., *The Nonaka-Takeuchi-model of knowledge conversion: a discussion of many contexts of Japanese history and culture*, in *Handbook on research on*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- knowledge management. Adaptation and context*, A. ÖRTENBLAD, 2014, Elgar, Edward: Cheltenham. p. 366-390. ISBN 978-1-78347-041-9.
137. BLANAS, D. A., NICHOLS, K., BEKELE, M., SHANKAR, H., BEKELE, S., JANDORF, L., IZZELDIN, S., NDIAYE, D., TRAORE, A. AND BASSAM, M., *Adapting the Andersen model to a francophone West African immigrant population: hepatitis B screening and linkage to care in New York City*. Journal of community health, 2015. Vol. 40, num 1, p. 175-184. ISSN 0094-5145.
138. DAVENPORT, T. H. AND PRUSAK, L., *Conocimiento en acción: cómo las organizaciones manejan lo que sabened*, 2001: Pearson Educación. ISBN 9789879460290.
139. RUSSELL, S. AND NORVIG, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Third ed, 2010: Prentice Hall Press. p.1152. ISBN 0136042597, 9780136042594.
140. BELLMAN, R. E., *Artificial intelligence: can computers think?*ed, 1978, San Francisco: Boyd & Fraser Publishing Company. p.146. ISBN 0878351493.
141. MICHALSKI, R. S., CARBONELL, J. G. AND MITCHELL, T. M., *Machine learning: An artificial intelligence approached*, 2013: Springer Science & Business Media. ISBN 366212405X.
142. VALENCIA ESTÉVEZ, P. *Optimización mediante algoritmos genéticos*. Actas del Anales del Instituto de Ingenieros de Chile. Celebrado (1997). p. 83-92.
143. HERRERA, F., *Introducción a los algoritmos metaheurísticos*. Ciencias de la Computación e IA, 2006.
144. AGUILAR, J., *Resolución computacional de un problema de optimización combinatorio hibrido Computational resolution of a hybrid combinatorial optimization problem*. Ciencia e Ingeniería, 2017. Vol. 38, num 2, p. 99-106. ISSN 2244-8780.
145. HERTZ, A. AND KOBLER, D., *A framework for the description of evolutionary algorithms*. European Journal of Operational Research, 2000. Vol. 126, num 1, p. 13. ISSN 0377-2217.
146. BAKIRTZIS, A. AND KAZARLIS, S., *Genetic algorithms*. Advanced Solutions in Power Systems: HVDC, FACTS, and Artificial Intelligence: HVDC, FACTS, and Artificial Intelligence, 2016, p. 845-902. ISSN 1119175399.
147. MURTHY, C. A. *Genetic Algorithms: Basic principles and applications*. Actas del 2012 2nd National Conference on Computational Intelligence and Signal Processing (CISP). Celebrado (2012), IEEE. p. 22-22.
148. BENÍTEZ, R., ESCUDERO, G., KANAAN, S. AND RODÓ, D. M., *Inteligencia artificial avanzadaed*, 2014: Editorial UOC. ISBN 8490643210.
149. WITTEN, I. H., FRANK, E., HALL, M. A. AND PAL, C. J., *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*ed, 2016: Morgan Kaufmann. ISBN 0128043571.
150. PAVEZ LAZO, B., SOTO CARTES, J., URRUTIA, C. AND CURILEM, M., *Selección determinística y cruce anular en algoritmos genéticos: aplicación a la planificación de*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- unidades térmicas de generación*. *Ingeniare*. Revista chilena de ingeniería, 2009. Vol. 17, num 2, p. 175-181. ISSN 0718-3305.
151. SASTRY, K., GOLDBERG, D. E. AND KENDALL, G., *Genetic algorithms*, in *Search methodologies*. 2014, Springer. p. 93-117.
152. ARRANZ, J. AND PARRA, A. (2011) *Algoritmos genéticos*. Departamento de Ingeniería Telemática, Escuela Politécnica Superior, Universidad Carlos III de Madrid.
153. PADRON MARTINEZ, J. AND MORA NODARSE, I., *Problem of Optimal Positioning of Routers in a WSN*. *IEEE Latin America Transactions*, 2014. Vol. 12, num 8, p. 1590-1594. ISSN 1548-0992.
154. VASANT, P., *Handbook of Research on Artificial Intelligence Techniques and Algorithms, 2 Volumes*, 2015: Information Science Reference-Imprint of: IGI Publishing. ISBN 1466672587.
155. RIQUELME SANTOS, J. C., RUIZ, R. AND GILBERT, K., *Minería de datos: Conceptos y tendencias*. *Inteligencia artificial: Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 2006. Vol. 10, num 29, p. 11-18. ISSN 1137-3601.
156. PERDOMO GÓMEZ, J., *Un nuevo enfoque para la resolución de problemas: redes neuronales*. *Revista EAN*, 2015, num 24, p. 35-40. ISSN 0120-8160.
157. TALLÓN BALLESTEROS, A. J. *Nuevos modelos de Redes Neuronales Evolutivas para Clasificación. Aplicación a Unidades Producto y Unidades Sigmoide*, Tutor C. HERVÁS MARTÍNEZ AND J.C. RIQUELME SANTOS, desarrollada en Lenguajes y Sistemas Informáticos, 2013, Sevilla: Sevilla.
158. TOSTADO SÁNCHEZ, S. E., ORNELAS RODRÍGUEZ, M., ESPINAL JIMÉNEZ, A. AND PUGA SOBERANES, H. J., *Implementación de Algoritmos de Inteligencia Artificial para el Entrenamiento de Redes Neuronales de Segunda Generación*. *Jóvenes en la Ciencia*, 2016. Vol. 2, num 1, p. 5. ISSN 2395-9797.
159. LOU, H., MA, Y., ZHANG, F., LIU, M. AND SHEN, W. *Data mining for privacy preserving association rules based on improved MASK algorithm*. *Actas del IEEE 18th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2014*. IEEE. p. 265-270. ISBN 1479937762.
160. LANZARINI, L. C., HASPERUÉ, W., ESTREBOU, C. A., RONCHETTI, F., VILLA MONTE, A., AQUINO, G. O., QUIROGA, F., ROJAS, L. AND JIMBO SANTANA, P. *Redes neuronales artificiales*. *Actas del XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Celebrado (2015).
161. DEMUTH, H. B., BEALE, M. H., DE JESS, O. AND HAGAN, M. T., *Neural network designed*, 2014: Martin Hagan. ISBN 0971732116.
162. DÍAZ, A. AND BELLO PÉREZ, R., *Estrategias pedagógicas para la presentación de patrones al entrenamiento de redes neuronales de tipo MLP que utilizan backpropagation como algoritmo de aprendizaje*. *Revista Facultad de Ingeniería*, 2016, num 21, p. 92-101. ISSN 2422-2844.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

163. DURAIRAJ, M. AND REVATHI, V., *Prediction Of Heart Disease Using Back Propagation MLP Algorithm*. International Journal Of Scientific & Technology Research, 2015. Vol. 4, num 08.
164. HUDA NAZMUL, A. S. AND TAIB, S., *A comparative study of MLP networks using backpropagation algorithms in electrical equipment thermography*. Arabian Journal for Science and Engineering, 2014. Vol. 39, num 5, p. 3873-3885. ISSN 1319-8025.
165. ALEMDAR, H., LEROY, V., PROST-BOUCLE, A. AND PÉTROT, F. *Ternary neural networks for resource-efficient AI applications*. Actas del International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2017. Celebrado (2017), IEEE. p. 2547-2554. ISBN 1509061827.
166. HERTZ, J., KROGH, A. AND PALMER, R. G., *Introduction to the theory of neural computation*, S.F. INSTITUTE. 2018: CRC Press. p.50. ISBN 0429968213.
167. FOGEL, D. B., LIU, D. AND KELLER, J. M., *Multilayer Neural Networks and Backpropagation*. Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation, 2016, p. 35-60. ISSN 1119214408.
168. RABUÑAL, J. R. AND DORADO, J., *Artificial neural networks in real-life applications*, 2006: Idea Group Publishing. p. ISBN 1-59140-902-0.
169. HUANG, H.-X., LI, J.-C. AND XIAO, C.-L., *A proposed iteration optimization approach integrating backpropagation neural network with genetic algorithm*. Expert Systems with Applications, 2015. Vol. 42, num 1, p. 146-155. ISSN 0957-4174.
170. WANG, L., ZENG, Y. AND CHEN, T., *Back propagation neural network with adaptive differential evolution algorithm for time series forecasting*. Expert Systems with Applications, 2015. Vol. 42, num 2, p. 855-863. ISSN 0957-4174.
171. DONGRE, J., PRAJAPATI, G. L. AND TOKEKAR, S. V. *The role of Apriori algorithm for finding the association rules in Data mining*. Actas del International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT), 2014. IEEE. p. 657-660. ISBN 147992900X.
172. HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. AND BLACK, W. C., *Análisis multivariante*. 5ta ed, 1999, Madrid: Prentice Hall International. Inc. ISBN 84-8322-035-0.
173. MARTÍN, D., ROSETE, A., ALCALÁ-FDEZ, J. AND HERRERA, F., *QAR-CIP-NSGA-II: A new multi-objective evolutionary algorithm to mine quantitative association rules*. Information Sciences, 2014. Vol. 258, 1-28. ISSN 0020-0255.
174. PRADHAN, T., MISHRA, S. R. AND JAIN, V. K. *An effective way to achieve excellence in research based learning using association rules*. Actas del International Conference on Data Mining and Intelligent Computing (ICDMIC), 2014. p. 1-4.
175. HERNÁNDEZ ORALLO, J., FERRI RAMÍREZ, C. AND RAMÍREZ QUINTANA, M. J., *Introducción a la Minería de Datos*, 2004: Pearson Prentice Hall. ISBN 8420540919.
176. OVIEDO CARRASCAL, E. A., OVIEDO CARRASCAL, A. I. AND VÉLEZ SALDARRIAGA, G. L., *MINERÍA DE DATOS: APORTES Y TENDENCIAS EN EL SERVICIO*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE SALUD DE CIUDADES INTELIGENTES. Revista Politécnica, 2015. Vol. 11, num 20. ISSN 1900-2351.
177. SÁNCHEZ, D., MIRANDA, M. AND CERDA, L. *Reglas de asociación aplicadas a la detección de fraude con tarjetas de crédito*. Actas del XII Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy. Celebrado (2004). p. 15-17.
178. HAMUI SUTTON, A. AND VARELA RUIZ, M., *La técnica de grupos focales*. Investigación en educación médica, 2013. Vol. 2, num 5, p. 55-60. ISSN 2007-5057.
179. SILVEIRA DONADUZZI, D. S. D., COLOMÉ BECK, C. L., HECK WEILLER, T., NUNES DA SILVA FERNANDES, M. AND VIERO, V., *Grupo focal y análisis de contenido en investigación cualitativa*. Index de Enfermería, 2015. Vol. 24, num 1-2, p. 71-75. ISSN 1132-1296.
180. STEWART, D. W. AND SHAMDASANI, P. N., *Focus groups: Theory and practice*, Vol. 20. 2014: Sage publications. ISBN 148332396X.
181. TRIANA VELÁZQUEZ, Y., FEBLES RODRÍGUEZ, J. P., MENA MUGICA, M., GONZÁLEZ BENÍTEZ, N. AND GARCIA GONZÁLEZ, M., *Diagnóstico de los sistemas de gestión documental para desarrollar la gestión del conocimiento*. Ingeniería Industrial, 2018. Vol. 39, num 1, p. 46-55. ISSN 1815-5936.
182. ARDILA, C. A. AND PINO, F. J., *Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones*. Sistemas & Telemática, 2013. Vol. 11, num 26, p. 17. ISSN 1692-5238.
183. DIKICI, A., TURETKEN, O. AND DEMIRORS, O. *A case study on measuring process quality: Lessons learned*. Actas del Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2012 38th EUROMICRO Celebrado en Cesme, Izmir, Turkey (2012), IEEE. p. 294-297.
184. PETERSEN, K. AND ALI, N. B. *Identifying strategies for study selection in systematic reviews and maps*. Actas del International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2011. IEEE. p. 351-354. ISBN 1457722038.
185. ZHANG, H. AND BABAR, M. A. *An empirical investigation of systematic reviews in software engineering*. Actas del International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2011. IEEE. p. 87-96. ISBN 1457722038.
186. ANDRÉ, M. *Un modelo para la asignación de recursos humanos a equipos de proyectos de software*, Tesis de doctorado, Tutor M.G. BALDOQUÍN DE LA PEÑA AND S.T. ACUÑA CASTILLO, desarrollada en Facultad de Ingeniería Informática, 2009, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría": La Habana. p. 169.
187. ARIAS ORIZONDO, A. C. *Modelo de madurez de tres perspectivas para evaluar y planificar la adopción de arquitecturas orientadas a servicios en las organizaciones*, Tesis de doctorado, Tutor V. ESTRADA SENTÍ AND A. FEBLES ESTRADA, desarrollada en Facultad 5, 2013, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/8105>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

188. DE ARMAS RAMÍREZ, N., LORENCES GONZÁLEZ, J. AND PERDOMO VÁZQUEZ, J. M., *Caracterización y diseño de los resultados científicos como aportes de la investigación educativa*. Evento Internacional Pedagogía, 2003. Vol. 40.
189. MCKIERNAN, P., *Historical Evolution of Strategic Management, Volumes I and II*, Vol. 1. 2017: Taylor & Francis. ISBN 1351930745.
190. JAISWAL, S. AND KUMAR, R., *Learning Django Web Development*, 2015: Packt Publishing Ltd. ISBN 1783984414.
191. GESTAL, M., RIVERO, D., RABUÑAL, J. R., DORADO, J. AND PAZOS, A., *Introducción a los Algoritmos genéticos y la Programación genética*. A Coruña, 2010. Vol. 2010, p. 30-68.
192. MICHALEWICZ, Z., *Genetic algorithms+ data structures= evolution programs*, 2013: Springer Science & Business Media. ISBN 3662033151.
193. TORRES, M., PAZ, K. AND SALAZAR, F., *Tamaño de una muestra para una investigación de mercado*. Universidad Rafael Landívar, 2006.
194. BERMÚDEZ, M., ALONSO, A. AND SANCHO CHACÓN, J. A., *Modelo de redes neuronales optimizadas con algoritmos genéticos. Una aplicación para proyecciones sobre pacientes con cáncer hospitalizados en la CCSS*. 2013.
195. CASTILLO, P. A., ARENAS, M. G., CASTILLO VALDIVIESO, J. J., MERELO, J. J., PRIETO, A. AND ROMERO, G., *Artificial neural networks design using evolutionary algorithms*, in *Advances in Soft Computing*. 2003, Springer. p. 43-52.
196. DING, S., LI, H., SU, C., YU, J. AND JIN, F., *Evolutionary artificial neural networks: a review*. Artificial Intelligence Review, 2013, p. 1-10. ISSN 0269-2821.
197. MANRIQUE, D. *Neural networks design and new optimization methods by genetic algorithms*, Tutor M.Y. MASHOR, 2001, PhD thesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
198. GANG, Y., HONG, Z., LEI, W. AND YING, L. *An implementation of improved apriori algorithm*. Actas del 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Celebrado (2009). p. 1565-1569. ISBN 2160-133X.
199. LIN, X. *Mr-apriori: Association rules algorithm based on mapreduce*. Actas del 5th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2014. IEEE. p. 141-144. ISBN 1479932795.
200. SINGH, J., RAM, H. AND SODHI, J. S., *Improving efficiency of apriori algorithm using transaction reduction*. International Journal of Scientific and Research Publications, 2013. Vol. 3, num 1, p. 1-4.
201. YABING, J., *Research of an improved apriori algorithm in data mining association rules*. International Journal of Computer and Communication Engineering, 2013. Vol. 2, num 1, p. 25. ISSN 2010-3743.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

202. YUAN, X. *An improved Apriori algorithm for mining association rules*. Actas del AIP Conference Proceedings. Celebrado (2017), AIP Publishing. ISBN 0735414882.
203. VERSCHUREN, P. AND HARTOG, R., *Evaluation in design-oriented research*. Quality & Quantity, 2005. Vol. 39, num 6, p. 733-762. ISSN 0033-5177.
204. VON ALAN, R. H., MARCH, S. T., PARK, J. AND RAM, S., *Design science in information systems research*. MIS quarterly, 2004. Vol. 28, num 1, p. 75-105.
205. PRIES-HEJE, J., BASKERVILLE, R. AND VENABLE, J., *Strategies for design science research evaluation*. ECIS 2008 proceedings, 2008, p. 1-12.
206. ARZA PÉREZ, L. *Modelo computacional para la recomendación de roles en el proceso de ubicación de estudiantes en la industria de software*, Tesis de doctorado, Tutor E.Y. VERDECIA MARTÍNEZ AND J. LAVANDERO GARCÍA, desarrollada en Facultad 3, 2013, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/7925>.
207. HERNÁNDEZ HEREDIA, Y. *Modelo para la Detección y Reconocimiento de Acciones Humanas en Videos a partir de Descriptores Espacio-Temporales*, Tesis de doctorado, Tutor J. ORTIZ ROJAS, E. GARCÍA REYES AND J.M. GONZÁLEZ LINARES, desarrollada en Facultad 6, 2013, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/8104>.
208. LEYVA VÁZQUEZ, M. Y. *Modelo de ayuda a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos difusos*, Tesis de doctorado, Tutor A. FEBLES ESTRADA, 2013, Universidad de las Ciencias Informáticas: La Habana. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/ident/7926>.
209. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. AND BAPTISTA LUCIO, P., *Metodología de la investigación*. 6ta ed. MCGRAW-HILL, 2014: McGraw-Hill ISBN 978-1-4562-2396-0.
210. MOORE, A. W., *Cross-validation for detecting and preventing overfitting*. School of Computer Science Carneigie Mellon University, 2001.
211. GONZÁLEZ RUIZ, S. L., GÓMEZ GALLEGU, I., PASTRANA BRINCONES, J. L. AND HERNÁNDEZ MENDO, A., *Algoritmos de clasificación y redes neuronales en la observación automatizada de registros*. Cuadernos de psicología del deporte, 2015. Vol. 15, num 1, p. 31-40. ISSN 1578-8423.
212. MACFARLAND, T. W. AND YATES, J. M., *Mann–Whitney U Test*, in *Introduction to Nonparametric Statistics for the Biological Sciences Using R*. 2016, Springer. p. 103-132.
213. KUZMINA, N. V., *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica*. Moscú, Rusia: Editorial Leningrado, 1970.
214. FERNÁNDEZ DE CASTRO FABRE, A. AND LÓPEZ PADRÓN, A., *Validación mediante criterio de usuarios del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto en los proyectos de investigación del sector agropecuario*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2014. Vol. 23, num 3, p. 77-82. ISSN 2071-0054.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

215. FILGUEIRAS SAINZ DE ROZAS, M. L., *Creación y desarrollo de capacidad de absorción de tecnología en Organizaciones de base productiva de la generación distribuida cubana*. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2014.
216. LAPIN, N. I., OSADCHAIA, G. I. AND IADOV, V. A., *An experiment in integrating scientific research and sociology education in an institution of higher learning*. Russian Education & Society, 2003. Vol. 45, num 9, p. 79-91. ISSN 1060-9393.
217. ORTEGA SANTOS, C. E., ESTRADA SENTÍ, V., FEBLES RODRÍGUEZ, J. P. AND ORTEGA MALDONADO, C., *Importance of soft skills training from an early age*. Ethics, 2017. Vol. 1, p. 19.
218. DONOLO, D. S., *Triangulación: Procedimiento incorporado a nuevas metodologías de investigación*. Revista Digital Universitaria, 2009. Vol. 10, num 8. ISSN 1607-6079.
219. QUINTRIQUEO MILLÁN, S., SANHUEZA ENRÍQUEZ, S. AND FRIZ CARRILLO, M., *Triangulación de métodos como propuesta para el estudio de competencia comunicativa intercultural en contextos de inmigración e interculturalidad*. Andamios, 2017. Vol. 14, num 34, p. 283-303. ISSN 1870-0063.

**PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA AUTORA**

**Publicación en revistas:**

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

Autores: Ana Marys Garcia Rodríguez, Yordanis Milanés Zamora, Yaimí Trujillo Casañola, Juan Pedro Febles Rodríguez, Idel Jorge Sánchez González.

Revista: Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Año: 2018, Vol.:12, No. 2.

Aprobado para publicación el 25/04/2018.

2. Pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software.

Autores: Ana Marys Garcia Rodríguez, Yaimí Trujillo Casañola, Lizandra Arza Pérez.

Revista: Revista Cubana de Ciencias Informáticas. Año: 2016, Vol.:10, No. Especial Informática 2016. Disponible en:

<http://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=1337>

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

Autores: Ana Marys Garcia Rodríguez, Lizandra Arza Pérez, Yaimí Trujillo Casañola, Juan Pedro Febles Rodríguez.

Revista: Ciencias de la Información. Año: 2016, Vol.: 47, No.2. Disponible en:

<http://cinfo.idict.cu/index.php/cinfo/article/view/755>

4. Optimización de estados en la mejora de procesos de software.

Autores: Ana Marys García Rodríguez, Yaimí Trujillo Casañola, Alejandro Perdomo Vergara.

Revista: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento (Enl@ce).

Año: 2016, Vol.:13, No.2. Disponible en:

[produccioncientificaluz.org/index.php/enlace/article/view/22161](http://produccioncientificaluz.org/index.php/enlace/article/view/22161)

<http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/enlace/article/view/22161/0>

### **Participación en eventos:**

1. Buenas Prácticas y Recomendaciones para el éxito en la Mejora de Procesos de Software.

Autores: Ana Marys Garcia Rodríguez, Yordanis Milanés Zamora, Yaimí Trujillo Casañola, Juan Pedro Febles Rodríguez, Idel Jorge Sánchez González.

VIII Taller Internacional de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones CALIDAD 2018”. Informática 2018. Disponible en:

<http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencias2018/CAL13.pdf>

2. Red Neuronal Artificial para el pronóstico de éxito en la Mejora de Procesos de Software.

Autores: Ana Marys Garcia Rodríguez, Yaimí Trujillo Casañola, Roger Godofredo Rivero Morales, Marcell Alejandro Verdera Marcano, Osvaldo Santos Acosta.

Evento internacional: Congreso Internacional de la Información INFO 2016. Disponible en:

<http://www.congreso-info.cu/index.php/info/2016/paper/viewFile/318/273>

3. Bases teóricas para un procedimiento que evalúe cuantitativamente la influencia de los Factores Críticos en el Éxito de la Mejora de Procesos

Autores: Haydee Fernández Díaz, Nadiezka Milán Cristo, Ana Marys García Rodríguez, Yaimí Trujillo Casañola.

Evento: XVI Convención y Feria Internacional de Informática 2016. Disponible en:

<http://biblioteca.uniss.edu.cu/sites/default/files/CD/Informatica%202016/doc/pc/Calidad/CAL44.pdf>

4. La Mejora de Procesos de Software y su influencia en el entorno cubano.

Autores: Haydee Fernández Díaz, Yaimí Trujillo Casañola, Ana Marys Garcia Rodríguez.

Evento: II Conferencia Científica de la UCI (2015).

5. Factores de la mejora de procesos de software su aplicación en el proceso de aseguramiento de la calidad.

Autores: Yaimí Trujillo Casañola, Ailyn Febles Estrada, Vivian Estrada Sentí, Ana Marys Garcia Rodríguez, Yadainy Betancourt Rodríguez.

Evento: VI Conferencia Científica UCIENCIA 2012.

**GLOSARIO DE SIGLAS**

AG: Algoritmo Genético

BP – Buenas Prácticas

Calisoft – Centro Nacional de Calidad de Software

CMMI – Modelo de Capacidad de Madurez Integrada

Desoft – Empresa nacional de Software de Cuba

FCE – Factor Crítico de Éxito

FIHS\_ Focus-Improve-Sustain- Honor

GC: Gestión del Conocimiento

IDEAL – Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Learning

ISO - Organización Internacional para la Estandarización

MoProSoft – Modelo de Procesos para la Industria de Software, iniciativa mexicana.

MPS – Mejora de Procesos de Software

MPS.Br – Mejora de Procesos de Software de Brasil

PDCA: Plan-Do-Check-Act

RNA: Red Neuronal Artificial

SI.MPS.Cu –Modelo para valorar las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la Mejora de Procesos de Software

UCI – Universidad de las Ciencias Informáticas

XETID – Empresa de Tecnologías de la Información para la Defensa

**ANEXOS****Anexo 1: Indicadores – Factores Críticos de Éxito – Medidas**

<b>Indicadores</b>	<b>FCE</b>	<b>Medidas</b>
Influencia del personal	Relaciones Interpersonales	Colaboración – Competencia
		Relaciones individuo – individuo
		Relaciones intergrupales
	Formación del personal	Formación para la mejora de procesos
		Capacidad de aprendizaje
		Capacidad de adaptación y auto-renovación
	Experiencia del personal	Experiencias en la producción
		Experiencias en roles
	Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración	Reconocimientos y castigos
		Satisfacción con la política de retribuciones
		Satisfacción con la política de estimulaciones
	Motivación y compromiso del personal	Motivación por el trabajo
		Satisfacción con el trabajo
		Identificación con la organización
Influencia de la alta gerencia	Orientación estratégica	Orientación a la mejora continua
		Orientación a la satisfacción del cliente
		Orientación a procesos
		Gestión del cambio
	Administración estratégica	Planeación estratégica
		Establecimiento y dominio de los objetivos organizacionales
		Establecimiento y delimitación de roles organizacionales
	Apoyo de la alta gerencia	Confianza en la dirección

**ANEXOS**

		Competencia de los directivos
		Supervisión
		Estilo de dirección
		Relaciones jefe – subordinados
	Atención al capital humano	Selección de personal e inducción a la organización
		Programas de desarrollo y planes de superación
		Evaluación del desempeño
		Protección e higiene del trabajo
Características de la organización	Disponibilidad de recursos	Disponibilidad de las personas
		Disponibilidad de tiempo
		Disponibilidad de infraestructura
	Comunicación	Participación
		Información
		Comunicación
	Funcionamiento	Perspectivas de la organización
		Eficiencia
		Eficacia
		Estabilidad interna de la organización
		Trabajo en equipo



**Anexo 2: Buenas Prácticas identificadas en el análisis de la literatura**

<b>No.</b>	<b>Buena Práctica</b>	<b>Artículos que la identifican</b>
1	Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS	[97; 99-101; 103; 107; 108]
2	Promover los beneficios de MPS entre la gerencia y los miembros del personal de la organización	[95; 97; 99-101; 103]
3	Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS	[72; 95; 97; 103; 105]
4	Promover los beneficios de la MPS	[95; 97; 99-101]
5	Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés	[72; 99; 101; 103]
6	Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS	[72; 97; 100; 103]
7	Financiar y compartir con otras organizaciones los recursos especializados involucrados en la MPS	[99; 103-105]
8	Compartir con otras organizaciones las experiencias del proyecto MPS	[99; 103-105]
9	Establecer equipos locales de procesos	[100; 103; 106; 107]
10	Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas	[100; 103; 106; 107]
11	Comunicar tempranamente los resultados obtenidos en iteraciones MPS	[99; 101; 103]
12	Establecer objetivos MPS claramente definidos y bien comprendidos	[72; 95; 102]
13	Establecer una estrategia para minimizar la resistencia al cambio	[96; 101; 105]
14	Establecer una estrategia de comunicación adecuada entre los involucrados en la MPS	[96; 101; 105]
15	Monitorear activamente la ejecución de la MPS por la alta gerencia	[72; 100; 105]
16	Asignar personal con competencias, experiencia, respeto y posición en la organización para la concepción y ejecución de la MPS	[72; 99; 100]
17	Generar el compromiso entre todos los involucrados en la MPS	[97; 101; 107]
18	Compartir el conocimiento entre todos los involucrados	[99; 101; 105]
19	Desarrollar actividades de tutoría dirigidas por personal especializado	[97; 99; 101]

## ANEXOS

20	Lograr la asesoría y reclutamiento de expertos para iniciar el proyecto MPS	[99; 105; 108]
21	Definir procesos simples, fáciles de entender y seguir	[98; 103; 104]
22	Recompensar coherentemente a los profesionales involucrados en la MPS por el trabajo realizado	[99; 108; 110]
23	Tratar cada iniciativa de MPS como un proyecto	[98; 106]
24	Establecer de manera clara y compensada las funciones y responsabilidades durante la implementación de MPS	[72; 100]
25	Involucrar personal en la MPS con conocimientos técnicos	[72; 103]
26	Involucrar líderes de equipos que conozcan la ingeniería de <u>software</u> y posean antecedentes técnicos	[72; 103]
27	Establecer como política que los nuevos proyectos se rijan por los procesos definidos en el marco MPS	[97; 102]
28	Integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de <u>software</u>	[97; 102]
29	Gestionar los riesgos del proyecto MPS	[98; 107]
30	Iniciar lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo MPS	[98; 105]
31	Dar publicidad al proyecto MPS	[99; 101]
32	Crear conexión con otras organizaciones, institutos de investigación y universidades	[99; 105]
33	Establecer a corto, medio y largo plazo la alineación de las metas de MPS con las metas del negocio	[99; 102]
34	Involucrar a los desarrolladores en las decisiones sobre la implementación de la MPS	[102; 104]
35	Estandarizar el trabajo de los involucrados en la MPS	[103; 105]
36	Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental	[106; 108]
37	Definir correctamente los procesos a ser usados por la organización	[98]
38	Apostar por el capital intelectual de la organización	[95]
39	Analizar los factores de resistencia al cambio	[96]
40	Mantener un soporte y seguimiento al proceso de implementación de la MPS	[96]

## ANEXOS

41	Gestionar la adquisición de ayuda financiera externa	[105]
42	Definir los indicadores de desempeño	[97]
43	Definir un grupo de trabajo que consista en usuarios de procesos	[98]
44	Mantener las métricas sencillas y con valor para la gestión de proyectos	[98]
45	Definir cronogramas para la MPS de un año o menos	[98]
46	Desplegar todos los cambios al mismo tiempo	[98]
47	Generar la cooperación interna del equipo	[99]
48	Crear una comunidad investigadora	[99]
49	Definir procesos robustos y adaptables al entorno cambiante	[104]
50	Adaptar el pago a las actividades concretas de los involucrados	[99]
51	Brindar un liderazgo y apoyo firmes para MPS	[100]
52	Establecer un mecanismo para que la MPS forme parte de la cultura de la organización	[100]
53	Definir las prioridades y el nivel de importancia entre los proyectos MPS que esté desarrollando la organización	[101]
54	Simplificar las estructuras administrativas	[103]
55	Estandarizar y homogenizar las soluciones	[108]
56	Definir criterios para la selección del personal técnico que guiará la MPS	[108]
57	Estimular el trabajo en equipo	[108]
58	Crear plan de publicaciones de artículos científicos y participación en eventos relacionados con el MPS	[108]
59	Fomentar la autovaloración de los procesos por los empleados	[105]
60	Usar gestión de conocimiento para la MPS	[105]
61	Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS	[105]
62	Realizar intercambios de experiencia con otras organizaciones que están en proyectos MPS	[105]

**Anexo 3: Materiales y resultados del diagnóstico**

**Encuesta: Para evaluar la necesidad de la investigación**

Con este cuestionario se pretende evaluar la necesidad de desarrollar una investigación para integrar el uso de la información de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, para apoyar la toma de decisiones en la Mejora de Procesos de Software (MPS). Se le asegura confidencialidad y anonimato a su respuesta, solamente debe mencionar el nombre de la organización a la que usted pertenece.

**Organización** \_\_\_\_\_

Responda las siguientes preguntas y marque con una X, en orden creciente, en los casos necesarios:

1. Diga si en su organización se usa la información de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas de la MPS.

\_\_\_\_ Sí      \_\_\_\_ No

- a) En caso de ser positiva su respuesta, diga para qué se usa esta información en su organización.

---

---

---

- b) En caso de ser negativa su respuesta, diga si considera importante el uso de esta información en su organización.

\_\_\_\_ Sí      \_\_\_\_ No

## ANEXOS

2. Según su criterio, diga la importancia que usted le concede uso de la información de los Factores Críticos de Éxito y las Buenas Prácticas, para guiar los esfuerzos en la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. Según su criterio, diga la importancia que usted le concede al uso de la información de los Factores Críticos de Éxito para pronosticar el éxito o fracaso en la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. Según su criterio, diga la importancia que usted le concede al uso de la información de las Buenas Prácticas en la mejora del estado de las organizaciones para enfrentar la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Según su criterio, diga la importancia que usted le concede al uso de la información de la influencia de las Buenas Prácticas sobre los Factores Críticos de Éxito para la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

### **Resultados del procesamiento de las encuestas aplicadas a las organizaciones**

Aspectos a evaluar	Frecuencia			Porcientos							
	Sí	No	Total	Sí	No						
Uso de la información de los FCE y las BP de la MPS en la organización.	8	25	33	24,24	75,76						
Importancia del uso de la información de los FCE y las BP de la MPS en la organización.	23	2	25	92,00	8,00						
Aspectos a evaluar	Frecuencia						Porcientos				
	MA	A	M	B	N	Total	MA	A	M	B	N

## ANEXOS

Importancia del uso de la información de los FCE y las BP para guiar los esfuerzos en la MPS.	29	4	0	0	0	33	87,88	12,12	0,00	0,00	0,00
Importancia del uso de la información de los FCE para pronosticar el éxito o fracaso en la MPS.	28	4	1	0	0	33	84,85	12,12	3,03	0,00	0,00
Importancia del uso de la información de las BP en la mejora del estado de las organizaciones para enfrentar la MPS.	31	0	2	0	0	33	93,94	0,00	6,06	0,00	0,00
Importancia del uso de la información de la influencia de las BP sobre los FCE para la MPS.	29	4	0	0	0	33	87,88	12,12	0,00	0,00	0,00

### **Guía del Grupo Focal 1**

**No de participantes:** 7 expertos en MPS

**Fecha:** 4 de junio del 2015

**Lugar:** Salón de conferencias 401 Docente 2

**Hora:** 9:00 a.m.

**Nombre del moderador:** Ana Marys Garcia Rodríguez

**Nombre del Observador:** Yordanis Milanés Zamora

**Objetivo de la Investigación:** desarrollar un Modelo de Recomendación de Escenarios que combine el uso de la información de los Factores Críticos de Éxito (FCE) y las Buenas Prácticas (BP), para apoyar la toma de decisiones al iniciar la mejora de procesos (MPS).

**Descripción del foco de trabajo:** estudios recientes muestran que la MPS conlleva de una gran inversión de recursos y tiempo, resulta compleja de abordar y los resultados no se visualizan a corto plazo. Como parte de las acciones para enfrentar las dificultades diferentes autores proponen FCE y BP a considerar durante la ejecución de la mejora, así como una evaluación integral previo a la MPS. Sin embargo, la mayoría de las propuestas no contempla el nivel de influencia de las BP para dar tratamiento al comportamiento de los FCE, se observa dispersión en las BP a aplicar, y no se realiza un análisis de la influencia de las BP y FCE en combinación para guiar los esfuerzos en la MPS. A partir de la definición del cambio deseado hacia la recomendación de escenarios de mejora para apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS, el **objetivo del grupo focal** es: identificar las fuerzas impulsoras y restringentes con vista a poder realizar el cambio deseado.

**Descripción de los participantes:** 7 personas, de ellas 2 especialistas de CALISOFT seleccionados, 3 miembros de organizaciones involucradas en la MPS en la UCI iniciativa que fue exitosa y culminó con la Evaluación CMMI nivel 2 en la actividad productiva y 2 miembros de centros de la XETID.

### **Guía de la actividad**

- Describir lo que constituye un grupo focal.
- Explicar el objetivo de la reunión.
- Explicar procedimiento, confidencialidad.
- Presentación de cada participante, implica que se le pedirá a cada participante que se presente y que aborde en un minuto su experiencia en la MPS.
- Ejecución del debate.
- Conclusiones.

**Guía de preguntas.**

- ¿Qué elementos del contexto internacional de la industria impulsan el cambio?
- ¿Qué elementos del contexto nacional de la industria impulsan el cambio?
- ¿Qué necesidades de los directivos apoyarían el cambio?
- ¿Qué elementos del contexto internacional de la industria consideran puedan ser obstáculo para el cambio?
- ¿Qué elementos del contexto nacional de la industria consideran puedan ser obstáculo para el cambio?
- ¿Qué obstáculos para el cambio ven los directivos?
- ¿Qué elementos deben tenerse en cuenta para que el cambio sea viable?



**Anexo 4: Cuestionario para el resumen curricular**

**Datos del experto**

- Nombre y Apellidos:
- Correo electrónico:
- Especialidad:
- Cargo actual:
- Entidad en la que labora:
- Seleccione su perfil de trabajo:

\_\_\_\_\_ Consultor de proyectos de MPS

\_\_\_\_\_ Evaluador de modelos de calidad

\_\_\_\_\_ Miembro de dirección de la mejora

\_\_\_\_\_ Miembro de grupos de ingeniería en la mejora

\_\_\_\_\_ Miembro de grupos de trabajo técnicos para la mejora de procesos

\_\_\_\_\_ Miembro de organización que desarrolle mejoras de procesos.

\_\_\_\_\_ Otros

¿Cuántos años de experiencia posee en la industria? \_\_\_\_\_

¿Cuántos años de experiencia usted posee en el desarrollo de proyectos de MPS? \_\_\_\_\_

Mencione las experiencias que posee en la MPS y las publicaciones relacionadas:

---

---

Mencione sus conocimientos en ingeniería, calidad, metodologías, modelos, estándares de software:

---

---

**Anexo 5: Frecuencia de Buenas Prácticas en bibliografía y primera ronda de expertos**

<b>No.</b>	<b>Buena Práctica</b>	<b>Frecuencia bibliográfica</b>	<b>Frecuencia expertos Ronda 1 Delphi</b>
1	Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS	46,67%	66,67%
2	Promover los beneficios de MPS entre la gerencia y los miembros del personal de la organización	40,00%	86,67%
3	Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS	33,33%	73,33%
4	Promover los beneficios de la MPS	33,33%	53,33%
5	Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés	26,67%	80,00%
6	Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS	26,67%	86,67%
7	Financiar y compartir con otras organizaciones los recursos especializados involucrados en la MPS	26,67%	66,67%
8	Compartir con otras organizaciones las experiencias del proyecto MPS	26,67%	73,33%
9	Establecer equipos locales de procesos	26,67%	73,33%
10	Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas	26,67%	53,33%
11	Comunicar tempranamente los resultados obtenidos en iteraciones MPS	20,00%	86,67%
12	Establecer objetivos MPS claramente definidos y bien comprendidos	20,00%	80,00%
13	Establecer una estrategia para minimizar la resistencia al cambio	20,00%	60,00%
14	Establecer una estrategia de comunicación adecuada entre los involucrados en la MPS	20,00%	80,00%
15	Monitorear activamente la ejecución de la MPS por la alta gerencia	20,00%	53,33%

**ANEXOS**

16	Asignar personal con competencias, experiencia, respeto y posición en la organización para la concepción y ejecución de la MPS	20,00%	80,00%
17	Generar el compromiso entre todos los involucrados en la MPS	20,00%	60,00%
18	Compartir el conocimiento entre todos los involucrados	20,00%	80,00%
19	Desarrollar actividades de tutoría dirigidas por personal especializado	20,00%	73,33%
20	Lograr la asesoría y reclutamiento de expertos para iniciar el proyecto MPS	20,00%	86,67%
21	Definir procesos simples, fáciles de entender y seguir	20,00%	53,33%
22	Recompensar coherentemente a los profesionales involucrados en la MPS por el trabajo realizado	20,00%	86,67%
23	Tratar cada iniciativa de MPS como un proyecto	13,33%	60,00%
24	Establecer de manera clara y compensada las funciones y responsabilidades durante la implementación de MPS	13,33%	86,67%
25	Involucrar personal en la MPS con conocimientos técnicos	13,33%	66,67%
26	Involucrar líderes de equipos que conozcan la ingeniería de <u>software</u> y posean antecedentes técnicos	13,33%	60,00%
27	Establecer como política que los nuevos proyectos se rijan por los procesos definidos en el marco MPS	13,33%	66,67%
28	Integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de <u>software</u>	13,33%	66,67%
29	Gestionar los riesgos del proyecto MPS	13,33%	93,33%
30	Iniciar lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo MPS	13,33%	73,33%
31	Dar publicidad al proyecto MPS	13,33%	86,67%

**ANEXOS**

32	Crear conexión con otras organizaciones, institutos de investigación y universidades	13,33%	60,00%
33	Establecer a corto, medio y largo plazo la alineación de las metas de MPS con las metas del negocio	13,33%	86,67%
34	Involucrar a los desarrolladores en las decisiones sobre la implementación de la MPS	13,33%	93,33%
35	Estandarizar el trabajo de los involucrados en la MPS	13,33%	86,67%
36	Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental	13,33%	80,00%
37	Definir correctamente los procesos a ser usados por la organización	7,69%	80,00%
38	Apostar por el capital intelectual de la organización	7,69%	73,33%
39	Analizar los factores de resistencia al cambio	7,69%	60,00%
40	Mantener un soporte y seguimiento al proceso de implementación de la MPS	7,69%	80,00%
41	Gestionar la adquisición de ayuda financiera externa	7,69%	80,00%
42	Definir los indicadores de desempeño	7,69%	73,33%
43	Definir un grupo de trabajo que consista en usuarios de procesos	7,69%	80,00%
44	Mantener las métricas sencillas y con valor para la gestión de proyectos	7,69%	86,67%
45	Definir cronogramas para la MPS de un año o menos	7,69%	66,67%
46	Desplegar todos los cambios al mismo tiempo	7,69%	73,33%
47	Generar la cooperación interna del equipo	7,69%	73,33%
48	Crear una comunidad investigadora	7,69%	73,33%
49	Definir procesos robustos y adaptables al entorno cambiante	7,69%	73,33%
50	Adaptar el pago a las actividades concretas de los involucrados	7,69%	86,67%
51	Brindar un liderazgo y apoyo firmes para MPS	7,69%	66,67%
52	Establecer un mecanismo para que la MPS forme	7,69%	80,00%

**ANEXOS**

	parte de la cultura de la organización		
53	Definir las prioridades y el nivel de importancia entre los proyectos MPS que esté desarrollando la organización	7,69%	73,33%
54	Simplificar las estructuras administrativas	7,69%	80,00%
55	Estandarizar y homogenizar las soluciones	7,69%	86,67%
56	Definir criterios para la selección del personal técnico que guiará la MPS	7,69%	80,00%
57	Estimular el trabajo en equipo	7,69%	86,67%
58	Crear plan de publicaciones de artículos científicos y participación en eventos relacionados con el MPS	7,69%	73,33%
59	Fomentar la autovaloración de los procesos por los empleados	7,69%	66,67%
60	Usar gestión de conocimiento para la MPS	7,69%	73,33%
61	Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS	7,69%	53,33%
62	Realizar intercambios de experiencia con otras organizaciones que están en proyectos MPS	7,69%	60,00%

**Anexo 6: Materiales y resultados de encuesta para determinar Buenas Prácticas. Ronda 1**

**Encuesta para definir las BP para las organizaciones desarrolladoras de software de Cuba**

Con este cuestionario se pretende identificar las BP a considerar para mejorar el estado de las organizaciones respecto a los FCE que inciden en la MPS. Se le asegura confidencialidad y anonimato a su respuesta.

De los siguientes criterios marque con una “x” los que considere pueden ser empleados para mejorar el estado de la organización respecto al comportamiento de los FCE en la MPS.

1. \_\_\_\_ Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS.
2. \_\_\_\_ Promover los beneficios de la MPS.
3. \_\_\_\_ Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS.
4. \_\_\_\_ Promover los beneficios de MPS entre la gerencia y los miembros del personal de la organización.
5. \_\_\_\_ Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés.
6. \_\_\_\_ Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS.
7. \_\_\_\_ Financiar y compartir con otras organizaciones los recursos especializados involucrados en la MPS.
8. \_\_\_\_ Compartir con otras organizaciones las experiencias del proyecto MPS.
9. \_\_\_\_ Establecer equipos locales de procesos.
10. \_\_\_\_ Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.
11. \_\_\_\_ Comunicar tempranamente los resultados obtenidos en iteraciones MPS.
12. \_\_\_\_ Establecer objetivos MPS claramente definidos y bien comprendidos.
13. \_\_\_\_ Establecer una estrategia para minimizar la resistencia al cambio.

14. \_\_\_\_ Establecer una estrategia de comunicación adecuada entre los involucrados en la MPS.
15. \_\_\_\_ Monitorear activamente la ejecución de la MPS por la alta gerencia.
16. \_\_\_\_ Asignar personal con competencias, experiencia, respeto y posición en la organización para la concepción y ejecución de la MPS.
17. \_\_\_\_ Generar el compromiso entre todos los involucrados en la MPS.
18. \_\_\_\_ Compartir el conocimiento entre todos los involucrados.
19. \_\_\_\_ Desarrollar actividades de tutoría dirigidas por personal especializado.
20. \_\_\_\_ Lograr la asesoría y reclutamiento de expertos para iniciar el proyecto MPS.
21. \_\_\_\_ Definir procesos simples, fáciles de entender y seguir.
22. \_\_\_\_ Recompensar coherentemente a los profesionales involucrados en la MPS por el trabajo realizado.
23. \_\_\_\_ Tratar cada iniciativa de MPS como un proyecto.
24. \_\_\_\_ Establecer de manera clara y compensada las funciones y responsabilidades durante la implementación de MPS.
25. \_\_\_\_ Involucrar personal en la MPS con conocimientos técnicos.
26. \_\_\_\_ Involucrar líderes de equipos que conozcan la ingeniería de software y posean antecedentes técnicos.
27. \_\_\_\_ Establecer como política que los nuevos proyectos se rijan por los procesos definidos en el marco MPS.
28. \_\_\_\_ Integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de software.
29. \_\_\_\_ Gestionar los riesgos del proyecto MPS.
30. \_\_\_\_ Iniciar lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo MPS.
31. \_\_\_\_ Dar publicidad al proyecto MPS.
32. \_\_\_\_ Crear conexión con otras organizaciones, institutos de investigación y universidades.
33. \_\_\_\_ Establecer a corto, medio y largo plazo la alineación de las metas de MPS con las metas del negocio.

34. \_\_\_\_ Involucrar a los desarrolladores en las decisiones sobre la implementación de la MPS.
35. \_\_\_\_ Estandarizar el trabajo de los involucrados en la MPS.
36. \_\_\_\_ Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.
37. \_\_\_\_ Definir correctamente los procesos a ser usados por la organización.
38. \_\_\_\_ Apostar por el capital intelectual de la organización.
39. \_\_\_\_ Analizar los factores de resistencia al cambio.
40. \_\_\_\_ Mantener un soporte y seguimiento al proceso de implementación de la MPS.
41. \_\_\_\_ Gestionar la adquisición de ayuda financiera externa.
42. \_\_\_\_ Definir los indicadores de desempeño.
43. \_\_\_\_ Definir un grupo de trabajo que consista en usuarios de procesos.
44. \_\_\_\_ Mantener las métricas sencillas y con valor para la gestión de proyectos.
45. \_\_\_\_ Definir cronogramas para la MPS de un año o menos.
46. \_\_\_\_ Desplegar todos los cambios al mismo tiempo.
47. \_\_\_\_ Generar la cooperación interna del equipo.
48. \_\_\_\_ Crear una comunidad investigadora.
49. \_\_\_\_ Definir procesos robustos y adaptables al entorno cambiante.
50. \_\_\_\_ Adaptar el pago a las actividades concretas de los involucrados.
51. \_\_\_\_ Brindar un liderazgo y apoyo firmes para MPS.
52. \_\_\_\_ Establecer un mecanismo para que la MPS forme parte de la cultura de la organización.
53. \_\_\_\_ Definir las prioridades y el nivel de importancia entre los proyectos MPS que esté desarrollando la organización.
54. \_\_\_\_ Simplificar las estructuras administrativas.
55. \_\_\_\_ Estandarizar y homogenizar las soluciones.
56. \_\_\_\_ Definir criterios para la selección del personal técnico que guiará la MPS.
57. \_\_\_\_ Estimular el trabajo en equipo.



## ANEXOS

58. \_\_\_\_ Crear plan de publicaciones de artículos científicos y participación en eventos relacionados con el MPS.
59. \_\_\_\_ Fomentar la autovaloración de los procesos por los empleados.
60. \_\_\_\_ Usar gestión de conocimiento para la MPS.
61. \_\_\_\_ Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS.
62. \_\_\_\_ Realizar intercambios de experiencia con otras organizaciones que están en proyectos MPS.

Otras que considere:

---



---



---



---

### Resultados de la encuesta aplicada a los expertos para definir las BP. Delphi ronda 1

BP\Exp	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	NC
BP1	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	66,67%
BP2	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP3	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	73,33%
BP4	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	53,33%
BP5	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	80,00%
BP6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	86,67%
BP7	-	X	-	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	66,67%
BP8	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	73,33%
BP9	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	73,33%
BP10	-	-	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X	x	X	53,33%
BP11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	86,67%
BP12	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	80,00%

**ANEXOS**

BP13	-	X	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	60,00%
BP14	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	80,00%
BP15	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	53,33%
BP16	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	80,00%
BP17	-	X	-	X	-	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	60,00%
BP18	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	80,00%
BP19	X	-	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	-	73,33%
BP20	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	86,67%
BP21	X	X	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	53,33%
BP22	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	86,67%
BP23	-	X	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	60,00%
BP24	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	86,67%
BP25	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	66,67%
BP26	X	X	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	60,00%
BP27	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	-	-	X	66,67%
BP28	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	-	66,67%
BP29	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	93,33%
BP30	X	-	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	73,33%
BP31	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP32	X	X	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	60,00%
BP33	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP34	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	93,33%
BP35	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP36	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	80,00%
BP37	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	80,00%
BP38	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	73,33%
BP39	-	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	-	X	X	60,00%
BP40	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	80,00%
BP41	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	80,00%
BP42	X	-	X	-	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	73,33%
BP43	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X	X	X	X	80,00%
BP44	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	86,67%

**ANEXOS**

BP45	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X	66,67%
BP46	X	-	X	-	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	73,33%
BP47	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	X	-	73,33%
BP48	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	73,33%
BP49	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	73,33%
BP50	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP51	X	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	66,67%
BP52	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	80,00%
BP53	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	X	73,33%
BP54	X	-	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	80,00%
BP55	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP56	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	80,00%
BP57	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	86,67%
BP58	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	73,33%
BP59	X	X	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X	66,67%
BP60	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	73,33%
BP61	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	53,33%
BP62	X	-	X	X	-	X	-	-	X	-	X	-	X	X	X	60,00%

**Anexo 7: Materiales y resultados de grupo focal para Buenas Prácticas y recomendaciones**

**Guía del Grupo focal 2**

**No de participantes:** 7 expertos en MPS

**Fecha:** 11 de junio del 2015

**Lugar:** Salón de conferencias 401 Docente 2

**Hora:** 2:00 p.m.

**Nombre del moderador:** Ana Marys Garcia Rodríguez

**Nombre del Observador:** Yordanis Milanés Zamora

**Objetivo de la investigación:** desarrollar un Modelo de Recomendación de Escenarios que combine el uso de la información de los Factores Críticos de Éxito (FCE) y las Buenas Prácticas (BP), para apoyar la toma de decisiones al iniciar la Mejora de Procesos de Software (MPS).

**Descripción del foco de trabajo:** estudios recientes muestran que la MPS conlleva de una gran inversión de recursos y tiempo, resulta compleja de abordar y los resultados no se visualizan a corto plazo. Como parte de las acciones para enfrentar las dificultades diferentes autores proponen FCE y BP a considerar durante la ejecución de la mejora, así como una evaluación integral previo a la MPS. Sin embargo, la mayoría de las propuestas no contempla el nivel de influencia de las BP para dar tratamiento al comportamiento de los FCE, se observa dispersión en las BP a aplicar, y no se realiza un análisis de la influencia de las BP y FCE en combinación para guiar los esfuerzos en la toma de decisiones en MPS. A partir de la definición del cambio deseado hacia la valoración de la situación que presenta una organización desarrolladora de software al iniciar la mejora de proceso, el **objetivo del grupo focal** es: conceptualizar la BP e identificar recomendaciones para su ejecución.

**Descripción de los participantes:** 7 personas, de ellas 2 especialistas de CALISOFT seleccionados, 3 miembros de organizaciones involucradas en la MPS en la UCI iniciativa que fue exitosa y culminó con la Evaluación CMMI nivel 2 en la actividad productiva y 2 miembros de centros de la XETID.

**Guía de la actividad**

- Describir lo que constituye un grupo focal
- Explicar el objetivo de la reunión
- Explicar procedimiento, confidencialidad
- Presentación de cada participante, implica que se le pedirá a cada participante que se presente y que aborde en un minuto su experiencia en la MPS.
- Ejecución del debate
- Conclusiones

**Guía de preguntas**

- ¿Cómo conceptualizar las BP?
- ¿Cómo ejecutar las BP?
- ¿Qué recomendaciones considera viabilizan la implementación de las BP?
- ¿Considera que las recomendaciones pueden guiar los esfuerzos hacia cómo mejorar el estado de la organización mediante la implementación de las BP?

**Conceptualización de las BP y recomendaciones asociadas**

No.	Buena Práctica	Conceptualización	Recomendaciones
1	Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS	Acciones de capacitación a los trabajadores involucrados en la MPS	Impartir cursos de capacitación sobre procesos y roles en la MPS. Impartir cursos de capacitación sobre modelos de referencia para la MPS. Impartir cursos de capacitación sobre el proceso de evaluación de modelos de MPS.

## ANEXOS

			<p>Realizar talleres y seminarios de intercambio de experiencias en la MPS.</p> <p>Gestionar certificaciones internacionales de roles</p> <p>Realizar acreditación de los roles principales.</p> <p>Organizar concentrados de roles y especialidades que tributen al MPS.</p> <p>Insertar al nuevo personal en las actividades de capacitación para la MPS.</p> <p>Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.</p>
2	Promover los beneficios de la MPS	Divulgación de los beneficios de la MPS en la organización	<p>Publicar los beneficios de la MPS de manera intencionada entre la alta gerencia y el resto del personal.</p> <p>Dar a conocer públicamente los resultados obtenidos durante la MPS (intranet, talleres, congresos).</p> <p>Publicar datos estadísticos que reflejen el antes y después de la organización en la MPS.</p> <p>Crear perfiles en las redes sociales para divulgar resultados obtenidos.</p>
3	Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS	Acciones para comprometer a la alta gerencia a ser promotora, patrocinadora y guía de la implementación de mejoras.	<p>Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre procesos y roles en la MPS.</p> <p>Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre la gestión de recursos en la MPS.</p> <p>Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre procesos de evaluación.</p> <p>Asignar actividades de divulgación de la MPS a los directivos.</p> <p>Asignar responsabilidades a los directivos en la planeación y seguimiento de la ejecución</p>

## ANEXOS

			<p>del proyecto MPS.</p> <p>Identificar los recursos necesarios para la ejecución de las tareas.</p> <p>Gestionar oportunamente los recursos necesarios para cada tarea.</p> <p>Brindar un liderazgo y apoyo firmes para MPS.</p>
4	Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés	Acciones de comunicación de metas alcanzadas que muestren el esfuerzo de los miembros en los resultados obtenidos	<p>Dar a conocer públicamente los resultados obtenidos durante la MPS (intranet, talleres, congresos).</p> <p>Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.</p> <p>Divulgar los hitos alcanzados de manera sistemática.</p> <p>Reconocer periódicamente a los trabajadores de mayor aporte a los resultados.</p> <p>Coordinar y financiar la publicación de los resultados obtenidos en revistas especializadas.</p> <p>Coordinar y financiar la participación en eventos con los resultados obtenidos.</p> <p>Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.</p>
5	Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS	Gestión efectiva del balance de carga de los involucrados, así como los recursos necesarios para desarrollar las acciones MPS	<p>Proveer a las personas involucradas en la MPS del tiempo necesario para la realización de las tareas, considerando la complejidad de las mismas y capacidades individuales.</p> <p>Establecer el balance de carga de las personas involucradas en la MPS para asignar correctamente los tiempos de ejecución de las tareas.</p> <p>Identificar los recursos necesarios para la ejecución de las tareas.</p>

## ANEXOS

			<p>Gestionar oportunamente los recursos necesarios para cada tarea.</p>
6	<p>Financiar y compartir con otras organizaciones los recursos especializados involucrados en la MPS</p>	<p>Acciones de ayuda a otras organizaciones que inician proyectos MPS, mediante financiamiento y facilitación de recursos.</p>	<p>Establecer convenios con otras organizaciones para financiamiento de iniciativas MPS.</p> <p>Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS.</p> <p>Ofrecer recursos materiales a otras organizaciones que inician proyectos MPS.</p> <p>Designar capacidades en las matrículas de cursos asociados a la MPS, para personas de otras organizaciones que inician proyectos de mejora.</p>
7	<p>Compartir con otras organizaciones las experiencias del proyecto MPS</p>	<p>Acciones de ayuda a otras organizaciones que inician proyectos MPS, mediante el intercambio de experiencias.</p>	<p>Compartir personal experimentado con otras organizaciones que inician proyectos MPS.</p> <p>Realizar intercambios de experiencia con otras organizaciones que están en proyectos MPS.</p> <p>Invitar a miembros de organizaciones que inician proyectos MPS, a participar en eventos y talleres que se organicen.</p> <p>Participar con soluciones desarrolladas para la MPS, en ferias de productos de otras organizaciones que inician proyectos de mejora.</p>
8	<p>Establecer equipos locales de procesos</p>	<p>Concentración de trabajadores e investigadores por temáticas y procesos relacionados para fomentar la especialización.</p>	<p>Diagnosticar las áreas del conocimiento y experticia de cada involucrado en la MPS.</p> <p>Identificar en los involucrados, los intereses y motivaciones en la MPS.</p> <p>Conformar equipos locales de procesos de acuerdo a las áreas de experticia, los intereses y motivaciones de los involucrados en la MPS.</p>



## ANEXOS

			Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas).
9	Comunicar tempranamente los resultados obtenidos en iteraciones MPS	Divulgación de los resultados obtenidos en cada fase o hito cumplido para la MPS	<p>Dar a conocer públicamente los resultados obtenidos durante la MPS (intranet, talleres, congresos).</p> <p>Divulgar los hitos alcanzados de manera sistemática.</p> <p>Publicar boletín con los resultados obtenidos al terminar cada hito de la MPS.</p>
10	Establecer objetivos MPS claramente definidos y bien comprendidos	Elaboración de objetivos MPS legibles y fáciles de comprender por todos los involucrados de la MPS	<p>Definir los objetivos con asesoría de expertos y consultores MPS.</p> <p>Involucrar miembros de la organización en la elaboración de los objetivos.</p> <p>Diagnosticar la comprensión de los objetivos MPS por parte del personal involucrado.</p>
11	Establecer una estrategia para minimizar la resistencia al cambio	Acciones para disminuir la influencia de los factores de resistencia al cambio	<p>Diagnosticar los factores de resistencia al cambio.</p> <p>Analizar los factores de resistencia al cambio.</p> <p>Establecer grupo de trabajo para gestionar los factores de resistencia al cambio.</p> <p>Planificar y monitorear actividades para disminuir factores de resistencia al cambio.</p> <p>Divulgar el plan de actividades para disminuir factores de resistencia al cambio.</p>
12	Establecer una estrategia de comunicación adecuada entre los involucrados en la MPS	Gestión de actividades para la comunicación entre los involucrados en la MPS	<p>Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.</p> <p>Definir las vías oficiales de comunicación impersonales entre los involucrados.</p> <p>Planificar actividades de superación orientadas a la comunicación organizacional para los involucrados.</p> <p>Diagnosticar los problemas de comunicación</p>

## ANEXOS

			<p>entre los miembros de la MPS.</p> <p>Planificar actividades que disminuyan los problemas de comunicación identificados.</p> <p>Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.</p>
13	Asignar personal con competencias, experiencia, respeto y posición en la organización para la concepción y ejecución de la MPS	Selección de personas con experiencias en la producción, resultados demostrados, altos niveles de competencia y que cuenten con el respeto del colectivo para acometer la MPS	<p>Diagnosticar niveles de experticia de los involucrados en la MPS.</p> <p>Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas).</p> <p>Identificar las personas con liderazgo natural y reputación en la organización.</p> <p>Definir criterios para la selección del personal técnico que guiará la MPS.</p>
14	Generar el compromiso entre todos los involucrados en la MPS	Actividades para fomentar y medir el compromiso entre los involucrados en la MPS	<p>Asignar actividades de divulgación de la MPS a los miembros de la organización.</p> <p>Involucrar a los miembros de la organización en las actividades de planificación de la MPS.</p> <p>Asignar líderes con buena reputación entre los involucrados en la MPS y con conocimientos técnicos.</p>
15	Compartir el conocimiento entre todos los involucrados	Acciones para distribuir y socializar el conocimiento entre todos los involucrados en la MPS	<p>Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.</p> <p>Realizar talleres y seminarios de intercambio de experiencias en MPS.</p> <p>Organizar concentrados de roles y especialidades que tributen al MPS.</p> <p>Publicar boletín con los resultados obtenidos al terminar cada hito de la MPS.</p> <p>Coordinar la realización de eventos y fórums de base en la organización para presentar resultados obtenidos en la MPS.</p> <p>Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.</p>

## ANEXOS

16	Desarrollar actividades de tutoría dirigidas por personal especializado	Organización de actividades de asesoramiento por personas especializadas en procesos, roles o áreas de conocimiento para la formación de los involucrados en la MPS	<p>Diagnosticar niveles de experticia de los involucrados en la MPS.</p> <p>Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas).</p> <p>Identificación de personal especializado en procesos, roles o áreas de conocimiento para establecer la bolsa de tutores MPS.</p> <p>Desarrollar planes de formación de los involucrados en la MPS, atendiendo a las necesidades.</p>
17	Lograr la asesoría y reclutamiento de expertos para iniciar el proyecto MPS	Acciones que permitan incorporar a expertos de MPS al proyecto, ya sea por medio de consultorías o como miembros activos de la organización	<p>Identificar expertos en MPS, en las organizaciones con las que se han establecido convenios.</p> <p>Establecer convenios con otras organizaciones para el intercambio con expertos en MPS.</p> <p>Coordinar asesorías a los involucrados en la MPS por consultores de MPS.</p> <p>Gestionar financiamiento para la impartición de cursos a los involucrados en la MPS, por parte de expertos y consultores.</p> <p>Establecer foros de discusión para el intercambio con expertos y consultores MPS.</p>
18	Recompensar coherentemente a los profesionales involucrados en la MPS por el trabajo realizado	Estimulación de los miembros de la organización en correspondencia con las actividades que se realizan y la calidad de las mismas	<p>Reconocer periódicamente a los trabajadores de mayor aporte a los resultados.</p> <p>Premiar moral y/o materialmente en espacios públicos, a los involucrados con resultados relevantes.</p> <p>Definir los indicadores de desempeño.</p> <p>Concebir pagos adicionales por concepto de desempeño, actividades y horas extras.</p> <p>Concebir pagos adicionales por concepto de categorías ocupacionales u otras categorías</p>

## ANEXOS

			definidas por la organización, así como por roles acreditados y certificaciones de personas.
19	Tratar cada iniciativa de MPS como un proyecto	Planificación de cada iniciativa MPS como un proyecto con asignación de recursos, tiempo y el establecimiento de cronogramas	Definir y asignar roles de la iniciativa MPS. Definir actividades de la iniciativa MPS. Definir cronogramas de ejecución de la iniciativa MPS. Gestionar oportunamente los recursos necesarios para cada tarea. Definir cronogramas para la MPS de un año o menos.
20	Establecer de manera clara y compensada las funciones y responsabilidades durante la implementación de MPS	Determinación y asignación de las funciones y responsabilidades por roles, para la implementación de la MPS	Definir las funciones de los roles para el proyecto MPS. Establecer el balance de carga de las personas involucradas en la MPS. Concertar las responsabilidades con los involucrados, considerando el balance de carga.
21	Involucrar personal en la MPS con conocimientos técnicos	Identificación y asignación al proyecto MPS, de personas con conocimientos técnicos afines al proceso de desarrollo de <u>software</u>	Diagnosticar las áreas del conocimiento y experticia (Ingeniería de <u>Software</u> , Gestión de Proyectos, Bases de Datos, Gestión de la Calidad, Programación y otras especialidades técnicas) de los miembros de la organización. Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas). Asignar personal al proyecto MPS, de acuerdo a los conocimientos técnicos de experticia. Involucrar líderes de equipo con conocimientos técnicos y experiencia, afines al proceso de desarrollo de <u>software</u> . Definir criterios para la selección del personal

## ANEXOS

			técnico que guiará la MPS.
22	Establecer como política que los nuevos proyectos se rijan por los procesos definidos en el marco MPS	Institucionalización del uso de los procesos definidos para la MPS en los nuevos proyectos	<p>Definir procedimientos para institucionalizar los procesos MPS en la actividad productiva de la organización.</p> <p>Publicar los procesos definidos para la MPS (intranet, talleres).</p> <p>Establecer foros de discusión para el intercambio de experiencias en el uso de los procesos definidos para la MPS.</p> <p>Impartir cursos de capacitación sobre procesos y roles en la MPS.</p> <p>Insertar al nuevo personal en las actividades de capacitación para la MPS.</p>
23	Integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de <u>software</u>	Alineación de las actividades de la MPS con el desarrollo de <u>software</u> de la organización	<p>Identificar procesos comunes entre la MPS y el desarrollo del SW.</p> <p>Definir los procesos de la actividad productiva en función de las prácticas exigidas por el modelo de referencia MPS.</p> <p>Involucrar a los miembros de la organización en la alineación de los procesos de la organización con las exigencias del modelo de referencia MPS.</p>
24	Gestionar los riesgos del proyecto MPS	Actividades de identificación, análisis y prevención de riesgos del proyecto MPS	<p>Establecer grupo de trabajo para gestionar los riesgos del proyecto MPS.</p> <p>Diagnosticar los riesgos del proyecto MPS.</p> <p>Identificar impacto, relevancia y frecuencia de ocurrencias de los riesgos del proyecto MPS.</p> <p>Planificar y monitorear actividades para disminuir o erradicar los riesgos significativos del proyecto MPS (Plan de Prevención de Riesgos).</p> <p>Divulgar el Plan de Prevención de Riesgos</p>

## ANEXOS

			<p>para su correcto tratamiento por todos los involucrados.</p> <p>Analizar los riesgos asociados a la MPS antes de su implementación.</p>
25	<p>Iniciar lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo MPS</p>	<p>Organización de la fase de inicio de la MPS de manera sencilla para acometer en la mayor brevedad posible</p>	<p>Priorizar las actividades de inicio del proyecto MPS según las condiciones estén dadas.</p> <p>Planificar los recursos necesarios para iniciar del proyecto MPS.</p> <p>Identificar la estructura básica funcional de un modelo MPS.</p> <p>Monitorear el desempeño de la estructura del modelo MPS definida e identificar necesidades de adaptación.</p>
26	<p>Dar publicidad al proyecto MPS</p>	<p>Divulgación del proyecto MPS entre los miembros de la organización.</p> <p>Dar a conocer los cronogramas, beneficios, involucrados en el proyecto MPS a desarrollar</p>	<p>Publicar los cronogramas, beneficios e involucrados en el proyecto MPS a desarrollar (intranet, talleres).</p> <p>Dar a conocer y explicar los cronogramas, beneficios e involucrados en el proyecto MPS, en reuniones administrativas con los trabajadores de la organización.</p>
27	<p>Crear conexión con otras organizaciones, institutos de investigación y universidades</p>	<p>Acciones para crear alianzas estratégicas con universidades, centros de investigación y otras organizaciones que puedan ayudar en el desarrollo de la MPS</p>	<p>Invitar a miembros a universidades, centros de investigación y otras organizaciones que puedan ayudar en el desarrollo de la MPS, a participar en eventos y talleres que se organicen.</p> <p>Participar con soluciones desarrolladas para la MPS, en ferias de productos de universidades, centros de investigación y otras organizaciones que puedan ayudar en el</p>

## ANEXOS

			<p>desarrollo del proyecto.</p> <p>Identificar expertos en universidades, centros de investigación y otras organizaciones con las que se han establecido convenios que puedan ayudar en el desarrollo de la MPS.</p> <p>Establecer convenios con otras organizaciones para el intercambio con expertos en MPS.</p> <p>Coordinar asesorías a los involucrados en la MPS por consultores de MPS provenientes de universidades, centros de investigación y otras organizaciones.</p>
28	Establecer a corto, medio y largo plazo la alineación de las metas de MPS con las metas de negocio	Actividades para lograr las metas de MPS de manera coordinada con las metas del negocio de la organización	<p>Coordinar los hitos del proyecto MPS, alineados con los del negocio de la organización.</p> <p>Identificar metas comunes entre la MPS y el desarrollo del SW.</p> <p>Definir los objetivos de la actividad productiva en función de las exigencias del modelo de referencia MPS.</p>
29	Involucrar a los desarrolladores en las decisiones sobre la implementación de la MPS	Consideración de los criterios de los desarrolladores en las decisiones importantes de la MPS	<p>Realizar acciones de consulta con los miembros de la organización para la toma de decisiones.</p> <p>Convenir con los miembros de la organización las decisiones de implementación de la MPS.</p>
30	Estandarizar el trabajo de los involucrados en la MPS	Acciones a desarrollar para lograr la homogeneidad de los procedimientos a seguir por los involucrados en la MPS	<p>Definir procedimientos a institucionalizar en la organización.</p> <p>Publicar los procedimientos definidos para la MPS (intranet, talleres).</p> <p>Establecer foros de discusión para el intercambio de experiencias en el uso de los procedimientos definidos para la MPS.</p>

## ANEXOS

			Insertar al nuevo personal en las actividades de capacitación para la MPS.
31	Definir correctamente los procesos a ser usados por la organización	Elaboración de pautas para la definición de los procesos que se van a implementar en la MPS	<p>Definir procesos simples, fáciles de entender y seguir.</p> <p>Definir procesos robustos y adaptables al entorno cambiante.</p> <p>Definir los procesos con asesoría de expertos y consultores MPS.</p> <p>Elaborar un procedimiento para la definición de los procesos en la organización.</p> <p>Involucrar miembros de la organización en la elaboración de los procesos.</p> <p>Diagnosticar la comprensión de los procesos MPS por parte del personal involucrado.</p>
32	Apostar por el capital intelectual de la organización	Selección de miembros de la organización con experiencia para tareas claves	<p>Diagnosticar niveles de experticia de los involucrados en la MPS.</p> <p>Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas).</p> <p>Definir criterios para la selección del personal para tareas claves.</p>
33	Mantener un soporte y seguimiento al proceso de implementación de la MPS	Actividades de soporte y monitoreo al proceso de implementación de la MPS	<p>Monitorear activamente la ejecución de la MPS por la alta gerencia.</p> <p>Realizar diagnósticos sistemáticos de las necesidades en la implementación del MPS.</p> <p>Crear un centro de soporte e incidencias para la MPS.</p> <p>Crear estadísticas de incidencias para realizar acciones preventivas.</p>
34	Gestionar la adquisición de ayuda financiera externa	Acciones encaminadas a encontrar financiación de materiales y medios, así como la	<p>Establecer convenios de colaboración con otras organizaciones para el financiamiento de la MPS.</p> <p>Organizar eventos internacionales que puedan</p>



## ANEXOS

		contratación de especialistas y consultores para el proyecto MPS	generar convenios y alianzas con otras organizaciones. Establecer convenios de estancias para los investigadores de la MPS. Solicitar subvención por proyectos I+D asociados a la MPS, con beneficio para el país.
35	Definir un grupo de trabajo que consista en usuarios de procesos	Definición de grupos de usuarios, atendiendo a los procesos MPS definidos para la evaluación de los mismos	Seleccionar usuarios según los procesos MPS definidos. Asignar tareas de evaluación de procesos a usuarios definidos.
36	Mantener las métricas sencillas y con valor para la gestión de proyectos	Acciones para definir y mantener métricas sencillas con valor para la gestión de proyecto.	Definir los atributos de calidad a evaluar que son imprescindibles. Diagnosticar el valor de usabilidad de las métricas para la gestión de proyecto en la MPS.
37	Desplegar todos los cambios al mismo tiempo	Acciones de implementación de los cambios a un mismo tiempo	Definir varios equipos de trabajo que asuman la implementación de varios cambios al mismo tiempo. Definir matrices de trazabilidad para priorizar la implementación de los cambios.
38	Generar la cooperación interna del equipo	Acciones que fomenten el compañerismo y la cooperación entre los miembros de un equipo de trabajo	Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas. Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental. Estimular el trabajo en equipo. Crear un sistema de competencia sana entre los equipos de trabajos, sustentado en una emulación bien definida y acorde a los esfuerzos y resultados colectivos.

## ANEXOS

			<p>Felicitar públicamente los logros relevantes de los miembros.</p> <p>Detectar y dar tratamiento a las malas actitudes individuales que afectan al colectivo.</p> <p>Descubrir y dar tratamiento a las causas ocultas de comportamientos apáticos.</p>
39	Crear una comunidad investigadora	Acciones para crear un movimiento de investigadores que fortalezcan la MPS desde la ciencia y con mayor competencia	<p>Crear grupos de investigación por temáticas, procesos y roles.</p> <p>Organizar ferias de productos que ayuden a visualizar los logros alcanzados.</p> <p>Crear comunidades de desarrolladores tanto generales para la MPS como especializadas por temáticas y procesos.</p> <p>Asignar conexión a internet a los investigadores</p> <p>Contratar acceso a bases de datos internacionales referenciadas.</p> <p>Realizar eventos científicos de base.</p> <p>Promover la realización de seminarios científicos.</p> <p>Crear una estrategia de fortalecimiento de los grupos de investigación.</p>
40	Establecer un mecanismo para que la MPS forme parte de la cultura de la organización	Acciones para incluir en las actividades de la organización de manera implícita, explícita y natural, la forma de trabajo durante un proyecto MPS	<p>Alinear los objetivos, procesos y procedimientos de la organización con los de la MPS.</p> <p>Institucionalizar los procesos de la MPS en la actividad productiva de la organización.</p> <p>Publicar y divulgar las acciones y resultados generados por el proyecto MPS.</p> <p>Generar un movimiento de investigación e introducción de resultados asociados a la MPS.</p>

## ANEXOS

41	Definir las prioridades y el nivel de importancia entre los proyectos MPS que esté desarrollando la organización	Priorización de los proyectos MPS que desarrolla la organización de acuerdo a su grado de importancia y las posibilidades de alcanzar el éxito	<p>Analizar objetivos estratégicos de la organización y su desglose en los proyectos MPS para identificar prioridades.</p> <p>Diagnosticar posibilidades de éxito de los proyectos MPS, de acuerdo al comportamiento de los FCE para identificar prioridades.</p> <p>Diagnosticar experticia y conocimientos de los equipos de trabajo de los proyectos MPS, para identificar aquellos con mayores probabilidades de alcanzar el éxito en la ejecución de la MPS y en base a ello identificar prioridades.</p> <p>Diagnosticar relevancia de los proyectos MPS de acuerdo a la estrategia de la organización para identificar prioridades.</p>
42	Simplificar las estructuras administrativas	Acciones encaminadas a reducir las estructuras administrativas de menor relevancia para la organización	<p>Fusionar las estructuras administrativas con predominio de funciones y objetivos comunes.</p> <p>Eliminar las estructuras administrativas cuyas funciones y objetivos no tributen al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.</p> <p>Realizar análisis periódicos de las estructuras administrativas y variantes de reorganización para lograr una mayor eficiencia en la organización.</p> <p>Valorar puntualmente la necesidad real de mantener las estructuras administrativas intermedias en la organización.</p>
43	Estandarizar y homogenizar las soluciones	Institucionalización de los estándares a cumplir por las soluciones	<p>Definir estándares a institucionalizar en la organización para el desarrollo de soluciones.</p> <p>Publicar los estándares definidos para el</p>

## ANEXOS

		generadas	<p>desarrollo de las soluciones de la organización (intranet, talleres).</p> <p>Establecer foros de discusión para el intercambio de experiencias en el uso de los estándares definidos para el desarrollo de las soluciones de la organización.</p>
44	Crear plan de publicaciones de artículos científicos y participación en eventos relacionados con el MPS	Acciones para publicar las experiencias, lecciones aprendidas, definición de procesos y conocimientos obtenidos en el MPS	<p>Desarrollar el banco de problemas de la organización para incentivar investigaciones</p> <p>Involucrar a líderes de líneas científicas e investigadores expertos en la concepción del plan de publicaciones</p> <p>Documentar los procesos y procedimientos que se han definido hasta el momento</p> <p>Documentar el proceso de adquisición de conocimientos en la MPS</p> <p>Financiar la participación de los especialistas en eventos relacionados con la MPS</p> <p>Crear una revista especializada para promover las investigaciones</p> <p>Realizar eventos científicos de base</p> <p>Promover la realización de seminarios científicos</p>
45	Fomentar la autovaloración de los procesos por los empleados	Acciones que promuevan la valoración personal de los miembros sobre los procesos de MPS	<p>Realizar encuestas de valoración de los procesos entre los empleados.</p> <p>Crear una herramienta informática para el tratamiento de las no conformidades con los procesos.</p> <p>Realizar ejercicios de oposición a los procesos propuestos a implementar.</p>
46	Usar gestión de conocimiento para la MPS	Ejecución de actividades de gestión del conocimiento para el desarrollo del	<p>Establecer foros de discusión para el intercambio de ideas.</p> <p>Establecer un repositorio o un sistema de gestión documental.</p>

## ANEXOS

		proyecto MPS	<p>Realizar talleres y seminarios de intercambio de experiencias en MPS.</p> <p>Crear y actualizar un mapa de localización del conocimiento (en las personas).</p> <p>Coordinar la realización de eventos y fórums de base en la organización para presentar resultados obtenidos en la MPS.</p> <p>Publicar y divulgar las acciones y resultados generados por el proyecto MPS.</p>
47	Proporcionar recursos que garanticen las condiciones de trabajo	Identificación y asignación de los recursos necesarios para desempeñar el trabajo	<p>Garantizar buenas condiciones de climatización, baños, opciones de alimentación saludables.</p> <p>Garantizar la higiene de los locales de trabajo, baños y áreas de alimentación.</p> <p>Garantizar tiempos de descansos suficientes para recargar energías y fuerzas.</p> <p>Contar con medios de extinción de incendios.</p> <p>Garantizar chequeos periódicos de salud en especial oftalmológicos y odontológicos.</p>
48	Proporcionar un ambiente de trabajo agradable y ergonómico	Asignación de medios y ambientación del local de trabajo que minimicen los daños de salud	<p>Garantizar mesas y sillas que no afecten la salud.</p> <p>Garantizar una iluminación que corresponda con las necesidades de los trabajadores.</p>
49	Definir medidas de seguridad físicas y emocionales	Establecimiento de medidas que garanticen la seguridad física de los medios. Selección de medidas que garanticen la seguridad emocional de los trabajadores	<p>Tener un control de acceso efectivo.</p> <p>Contar con un reglamento que garantice la anulación de xenofobia, homofobia, segregación, acoso laboral y sexual o cualquier tipo de discriminación.</p> <p>Eliminar barreras arquitectónicas que puedan interferir en el acceso a los locales de trabajo.</p> <p>Contar con medios de respaldo energéticos y abastos de agua potable.</p>

**Anexo 8: Materiales y resultados de encuesta para determinar Buenas Prácticas. Ronda 2**

**Encuesta para definir las BP y recomendaciones para las organizaciones desarrolladoras de software de Cuba**

Con el presente cuestionario se pretende realizar la segunda ronda de valoración de expertos para identificar las BP y recomendaciones a considerar para mejorar el estado de las organizaciones. Se le asegura confidencialidad y anonimato a su respuesta. Las preguntas de la encuesta se basan en los resultados de la primera ronda de valoración de los expertos y del grupo focal.

De los siguientes criterios marque con una “x” los que considere pueden ser empleados para mejorar el estado de la organización respecto al comportamiento de los FCE en la MPS.

1. \_\_\_\_ Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS: acciones de capacitación a los trabajadores involucrados en la MPS.
2. \_\_\_\_ Promover los beneficios de la MPS: divulgación de los beneficios de la MPS en la organización.
3. \_\_\_\_ Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS: acciones para comprometer a la alta gerencia a ser promotora, patrocinadora y guía de la implementación de mejoras.
4. \_\_\_\_ Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés: Acciones de comunicación de metas alcanzadas que muestren el esfuerzo de los miembros en los resultados obtenidos.
5. \_\_\_\_ Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS: gestión efectiva del balance de carga de los involucrados, así como los recursos necesarios para desarrollar las acciones MPS.

6. \_\_\_\_ Financiar y compartir con otras organizaciones los recursos especializados involucrados en la MPS: acciones de ayuda a otras organizaciones que inician proyectos MPS, mediante financiamiento y facilitación de recursos.
7. \_\_\_\_ Compartir con otras organizaciones las experiencias del proyecto MPS: acciones de ayuda a otras organizaciones que inician proyectos MPS, mediante el intercambio de experiencias.
8. \_\_\_\_ Establecer equipos locales de procesos: concentración de trabajadores e investigadores por temáticas y procesos relacionados para fomentar la especialización.
9. \_\_\_\_ Comunicar tempranamente los resultados obtenidos en iteraciones MPS: divulgación de los resultados obtenidos en cada fase o hito cumplido para la MPS.
10. \_\_\_\_ Establecer objetivos MPS claramente definidos y bien comprendidos: elaboración de objetivos MPS legibles y fáciles de comprender por todos los involucrados de la MPS.
11. \_\_\_\_ Establecer una estrategia para minimizar la resistencia al cambio: acciones para disminuir la influencia de los factores de resistencia al cambio.
12. \_\_\_\_ Establecer una estrategia de comunicación adecuada entre los involucrados en la MPS: gestión de actividades para la comunicación entre los involucrados en la MPS.
13. \_\_\_\_ Asignar personal con competencias, experiencia, respeto y posición en la organización para la concepción y ejecución de la MPS: selección de personas con experiencias en la producción, resultados demostrados, altos niveles de competencia y que cuenten con el respeto del colectivo para acometer la MPS.
14. \_\_\_\_ Generar el compromiso entre todos los involucrados en la MPS: actividades para fomentar y medir el compromiso entre los involucrados en la MPS.
15. \_\_\_\_ Compartir el conocimiento entre todos los involucrados: acciones para distribuir y socializar el conocimiento entre todos los involucrados en la MPS.
16. \_\_\_\_ Desarrollar actividades de tutoría dirigidas por personal especializado: organización de actividades de asesoramiento por personas especializadas en procesos, roles o áreas de conocimiento para la formación de los involucrados en la MPS.

17. \_\_\_\_ Lograr la asesoría y reclutamiento de expertos para iniciar el proyecto MPS: acciones que permitan incorporar a expertos de MPS al proyecto, ya sea por medio de consultorías o como miembros activos de la organización.
18. \_\_\_\_ Recompensar coherentemente a los profesionales involucrados en la MPS por el trabajo realizado: estimulación de los miembros de la organización en correspondencia con las actividades que se realizan y la calidad de las mismas.
19. \_\_\_\_ Tratar cada iniciativa de MPS como un proyecto: planificación de cada iniciativa MPS como un proyecto con asignación de recursos, tiempo y el establecimiento de cronogramas.
20. \_\_\_\_ Establecer de manera clara y compensada las funciones y responsabilidades durante la implementación de MPS: determinación y asignación de las funciones y responsabilidades por roles, para la implementación de la MPS.
21. \_\_\_\_ Involucrar personal en la MPS con conocimientos técnicos: identificación y asignación al proyecto MPS, de personas con conocimientos técnicos afines al proceso de desarrollo de software.
22. \_\_\_\_ Establecer como política que los nuevos proyectos se rijan por los procesos definidos en el marco MPS: institucionalización del uso de los procesos definidos para la MPS en los nuevos proyectos.
23. \_\_\_\_ Integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de software: integrar las actividades de MPS con las actividades de desarrollo de software.
24. \_\_\_\_ Gestionar los riesgos del proyecto MPS: actividades de identificación, análisis y prevención de riesgos del proyecto MPS.
25. \_\_\_\_ Iniciar lo más rápido posible la mejora con una estructura simple del modelo MPS: organización de la fase de inicio de la MPS de manera sencilla para acometer en la mayor brevedad posible.
26. \_\_\_\_ Dar publicidad al proyecto MPS: divulgar las actividades del proyecto MPS entre los miembros de la organización. Dar a conocer los cronogramas, beneficios, involucrados en el proyecto MPS a desarrollar.



27. \_\_\_\_ Crear conexión con otras organizaciones, institutos de investigación y universidades: acciones para crear alianzas estratégicas con universidades, centros de investigación y otras organizaciones que puedan ayudar en el desarrollo de la MPS.
28. \_\_\_\_ Establecer a corto, medio y largo plazo la alineación de las metas de MPS con las metas del negocio: actividades para lograr las metas de MPS de manera coordinada con las metas del negocio de la organización.
29. \_\_\_\_ Involucrar a los desarrolladores en las decisiones sobre la implementación de la MPS: consideración de los criterios de los desarrolladores en las decisiones importantes de la MPS.
30. \_\_\_\_ Estandarizar el trabajo de los involucrados en la MPS: acciones a desarrollar para lograr la homogeneidad de los procedimientos a seguir por los involucrados en la MPS.
31. \_\_\_\_ Definir correctamente los procesos a ser usados por la organización: elaboración de pautas para la definición de los procesos que se van a implementar en la MPS.
32. \_\_\_\_ Apostar por el capital intelectual de la organización: selección de miembros de la organización con experiencia para tareas claves.
33. \_\_\_\_ Mantener un soporte y seguimiento al proceso de implementación de la MPS: actividades de soporte y monitoreo al proceso de implementación de la MPS.
34. \_\_\_\_ Gestionar la adquisición de ayuda financiera externa: acciones encaminadas a encontrar financiación de materiales y medios, así como la contratación de especialistas y consultores para el proyecto MPS.
35. \_\_\_\_ Definir un grupo de trabajo que consista en usuarios de procesos: selección de usuarios de procesos para integrar el grupo de trabajo y asignar sus funciones.
36. \_\_\_\_ Mantener las métricas sencillas y con valor para la gestión de proyectos: acciones para definir y mantener métricas sencillas con valor para la gestión de proyecto.
37. \_\_\_\_ Desplegar todos los cambios al mismo tiempo: acciones de implementación de los cambios a un mismo tiempo.
38. \_\_\_\_ Generar la cooperación interna del equipo: acciones que fomenten el compañerismo y la cooperación entre los miembros de un equipo de trabajo.

39. \_\_\_\_ Crear una comunidad investigadora: acciones para crear un movimiento de investigadores que fortalezcan la MPS desde la ciencia y con mayor competencia.
40. \_\_\_\_ Establecer un mecanismo para que la MPS forme parte de la cultura de la organización: acciones para incluir en las actividades de la organización de manera implícita, explícita y natural, la forma de trabajo durante un proyecto MPS.
41. \_\_\_\_ Definir las prioridades y el nivel de importancia entre los proyectos MPS que esté desarrollando la organización: priorización de los proyectos MPS que desarrolla la organización de acuerdo a su grado de importancia y las posibilidades de alcanzar el éxito.
42. \_\_\_\_ Simplificar las estructuras administrativas: acciones encaminadas a reducir las estructuras administrativas de menor relevancia para la organización.
43. \_\_\_\_ Estandarizar y homogenizar las soluciones: institucionalización de los estándares a cumplir por las soluciones generadas.
44. \_\_\_\_ Crear plan de publicaciones de artículos científicos y participación en eventos relacionados con el MPS: acciones para publicar las experiencias, lecciones aprendidas, definición de procesos y conocimientos obtenidos en el MPS.
45. \_\_\_\_ Fomentar la autovaloración de los procesos por los empleados: acciones que promuevan la valoración personal de los miembros sobre los procesos de MPS.
46. \_\_\_\_ Usar gestión de conocimiento para la MPS: ejecución de actividades de gestión del conocimiento para el desarrollo del proyecto MPS.
47. \_\_\_\_ Proporcionar recursos que garanticen las condiciones de trabajo: identificación y asignación de los recursos necesarios para desempeñar el trabajo.
48. \_\_\_\_ Proporcionar un ambiente de trabajo agradable y ergonómico: asignación de medios y ambientación del local de trabajo que minimicen los daños de salud.
49. \_\_\_\_ Definir medidas de seguridad físicas y emocionales: asignación de medios y ambientación del local de trabajo que minimicen los daños de salud.

A partir de las recomendaciones propuestas en el grupo focal, mencione aquellas que a su juicio no se deben considerar:

## ANEXOS

---

---

---

A partir de las recomendaciones propuestas en el grupo focal, diga si considera necesario incluir alguna(s) más. En caso positivo especifíquela(s).

---

---

---

### Resultados de la encuesta aplicada a los expertos para definir las BP. Delphi ronda 2

BP\Exp	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	NC
BP1	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	86,67%
BP2	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	100,00%
BP4	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP5	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	93,33%
BP6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	93,33%
BP7	-	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	73,33%
BP8	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	86,67%
BP10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	93,33%
BP11	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP12	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X	X	X	X	X	80,00%
BP13	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	86,67%
BP14	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	80,00%
BP15	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	73,33%
BP16	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	-	73,33%
BP17	X	-	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	80,00%
BP18	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	86,67%
BP19	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	80,00%



**Anexo 9: Imágenes de la herramienta KAIRÓS**



Recomendación de escenarios al iniciar la MPS

1 Inserción de estado inicial

2 Pronóstico de estado inicial  
Selección de Buenas Prácticas

3 Escenarios de mejora  
Pronóstico de escenarios de mejora

4 Recomendaciones para la mejora

Inserte la siguiente información

Organización XADI x

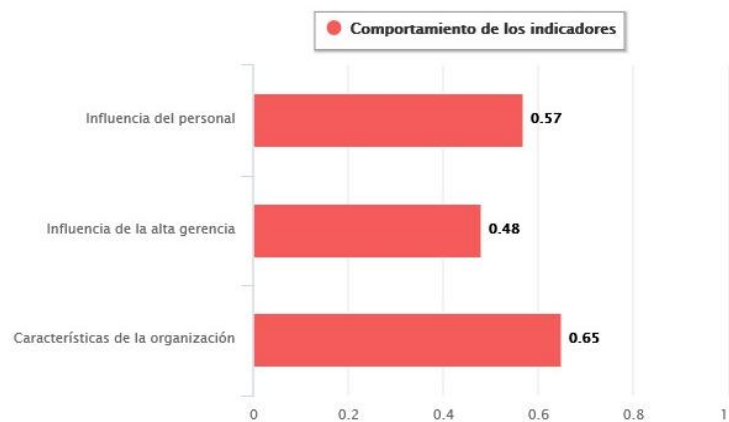
Tipo de organización Mediana x

Mejora de procesos de software CMMI Nivel 2 x

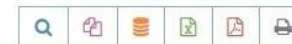
Por favor arrastre o seleccione los resultados del diagnóstico. x

Examinar... Diagnóstico XADI.xlsx

← Anterior    Siguiente →



Pronóstico de estado inicial: Éxito en la MPS



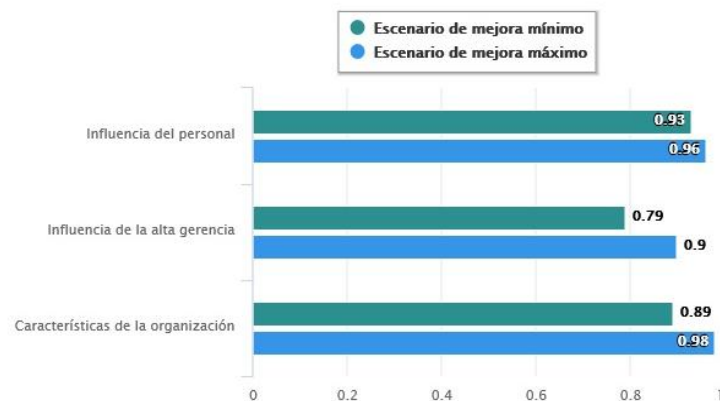
Estado inicial		
<input type="checkbox"/>	Indicadores/FCE/Medidas	Resultado
<input type="checkbox"/>	+ Influencia del personal	0.57
<input type="checkbox"/>	- Influencia de la alta gerencia	0.48
<input type="checkbox"/>	+ Característica de la organización	0.65
	FCE	Resultado
	+ Orientación estratégica	0.45
	+ Apoyo de la alta gerencia	0.52
	+ Administración estratégica	0.48
	+ Atención al capital humano	0.47

Ver 1 - 3 de 3

Lista de buenas prácticas a aplicar	
Mostrar	5 buenas prácticas
Buscar: <input type="text"/>	
<input type="checkbox"/>	Buenas Prácticas
<input type="checkbox"/>	Elevar el nivel de competencia y conocimiento de los miembros mediante capacitaciones para la MPS
<input checked="" type="checkbox"/>	Promover los beneficios de la MPS
<input checked="" type="checkbox"/>	Demstrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS
<input type="checkbox"/>	Compartir los resultados obtenidos para mantener el esfuerzo, la motivación y el interés
<input type="checkbox"/>	Proporcionar el tiempo y los recursos al personal dedicado a la MPS

Páginas 1 a 4 de 49 buenas prácticas

Anterior 1 2 3 4 Siguiente



Pronóstico de escenario de mejora mínimo: Éxito en la MPS,  
 Pronóstico de escenario de mejora máximo: Éxito en la MPS



Escenario de mejora mínimo		
<input type="checkbox"/>	Indicadores/FCE/Medidas	Resultado
<input type="checkbox"/>	+ Influencia del personal	0.93
<input type="checkbox"/>	- Influencia de la alta gerencia	0.79
	FCE	Resultado
	+ Orientación estratégica	0.74
>	+ Apoyo de la alta gerencia	0.78
	+ Administración estratégica	0.80
	+ Atención al capital humano	0.84
<input type="checkbox"/>	+ Característica de la organización	0.89

Ver 1 - 3 de 3

Escenario de mejora máximo		
<input type="checkbox"/>	Indicadores/FCE/Medidas	Resultado
<input type="checkbox"/>	+ Influencia del personal	0.96
<input type="checkbox"/>	- Influencia de la alta gerencia	0.90
	FCE	Resultado
	+ Orientación estratégica	0.88
>	+ Apoyo de la alta gerencia	0.94
	+ Administración estratégica	0.92
	+ Atención al capital humano	0.86
<input type="checkbox"/>	+ Característica de la organización	0.98

Ver 1 - 3 de 3



Recomendación de escenarios al iniciar la MPS



**Promover los beneficios de la MPS**

- ▶ Publicar los beneficios de la MPS de manera intencionada entre la alta gerencia y el resto del personal.
- ▶ Dar a conocer públicamente los resultados obtenidos durante la MPS (intranet, talleres, congresos).
- ▶ Publicar datos estadísticos que reflejen el antes y después de la organización en la MPS.
- ▶ Crear perfiles en las redes sociales para divulgar resultados obtenidos.

**Demostrar el apoyo y compromiso de la alta gerencia con la MPS**

- ▶ Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre procesos y roles en la MPS.
- ▶ Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre la gestión de recursos en la MPS.
- ▶ Impartir cursos de capacitación a los directivos sobre procesos de evaluación.
- ▶ Asignar actividades de divulgación de la MPS a los directivos.

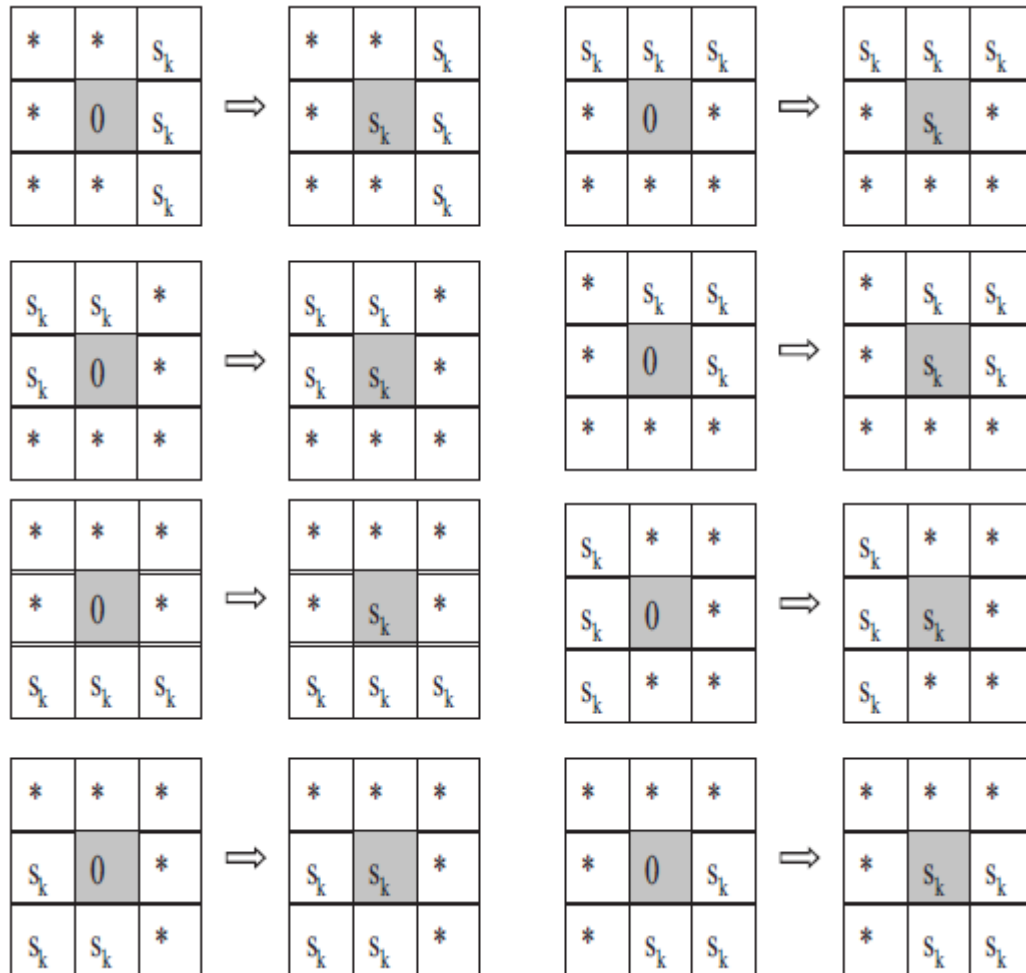
← Anterior

Guardar →

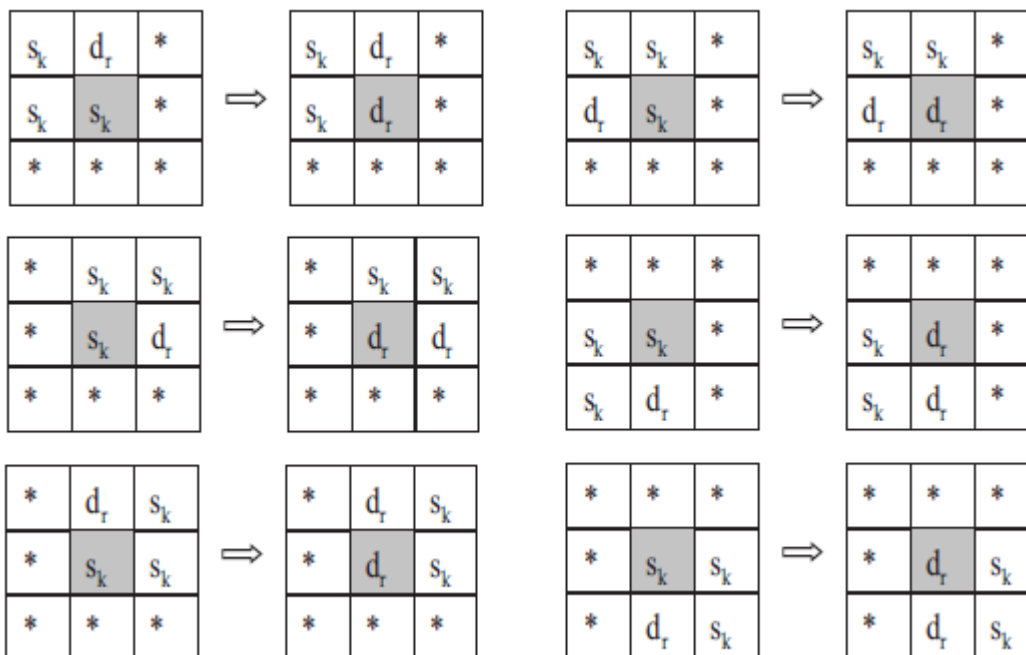


**Anexo 10: Condiciones para el crecimiento y la poda**

Condiciones para el crecimiento [197]:



Condiciones para la poda [197]:



**Anexo 11: Variables y dimensiones de la validación de los resultados**

<b>Variable</b>	<b>Valor que asume</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Valor que asume</b>
<p>Nivel de integración de los componentes del modelo en el uso de la información de FCE y BP para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.</p>	<p>5: Muy Alta 4: Alta 3: Media 2: Baja 1: Ninguna</p>	<p><u>Relevancia:</u> es significativo el aporte de cada uno de los componentes del modelo en el uso de la información de FCE y BP para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.</p> <p><u>Pertinencia:</u> la estructura del modelo y sus componentes es congruente con los objetivos del mismo y consideran las exigencias del uso de la información de FCE y BP para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.</p> <p><u>Coherencia:</u> existe coherencia e interrelación entre los componentes del modelo para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.</p> <p><u>Comprensión:</u> son comprensibles los resultados de aplicar el modelo para los directivos de los proyectos de MPS.</p>	<p>5: Muy Alta 4: Alta 3: Media 2: Baja 1: Ninguna</p>
<p>Nivel de aplicabilidad del modelo en entornos reales</p>	<p>9-10: Excelente 7_8: Bueno 6_5: Regular 3_4: Malo 1_2: Muy</p>	<p><u>Satisfacción del cliente:</u> la alta gerencia de los proyectos de MPS consideran que la aplicación del modelo satisface las necesidades de información para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de</p>	<p>9-10: Excelente 7_8: Bueno 6_5: Regular 3_4: Malo 1_2: Muy Malo</p>

## ANEXOS

	Malo	decisiones en la MPS. <u>Aplicabilidad del modelo:</u> la alta gerencia considera que la concepción del modelo y sus componentes, permiten su aplicabilidad en diversos entornos. <u>Utilidad del modelo:</u> es significativo el aporte de información que provee el modelo a las organizaciones como punto de partida para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.	
Efecto de la implementación del modelo	Valor entre 0 y 1	<u>Implementación del modelo:</u> Razón entre acciones de mitigación y recomendaciones propuestas. Razón entre medidas de FCE mejoradas y medidas a potenciar. Razón entre pronósticos exitosos alcanzados y pronósticos exitosos estimados. Validación cruzada.	Valor entre 0 y 1

**Anexo 12: Contribución del modelo en uso de Factores Críticos de Éxito y Buenas Prácticas**

**Encuesta: Para evaluar el modelo propuesto**

Con el siguiente cuestionario, se pretende evaluar el Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS, a partir del juicio de valor que usted emita sobre la relevancia, pertinencia, coherencia y comprensión del mismo, donde:

- Relevancia: es significativo el aporte de cada uno de los componentes del modelo en el uso de la información de FCE y BP para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Pertinencia: la estructura del modelo y sus componentes es congruente con los objetivos del mismo y consideran las exigencias del uso de la información de FCE y BP para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Coherencia: existe coherencia e interrelación entre los componentes del modelo para guiar los esfuerzos y apoyar la toma de decisiones en la MPS.
- Comprensión: son comprensibles los resultados de aplicar el modelo para los directivos de los proyectos de MPS.

1. Para evaluar el modelo propuesto, valore, según la escala que se muestra a continuación la **relevancia** de los elementos del modelo:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ninguna	Baja	Media	Alta	Muy Alta

<b>Elementos del Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Componentes:</b>					
Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios al iniciar la MPS					
Herramienta informática KAIROS					
<b>Entradas del modelo:</b>					

## ANEXOS

Estado inicial de la organización (valores de las medidas de los FCE)					
Buenas Prácticas que puede aplicar la organización					
Base de experiencias					
<b>Salidas del modelo:</b>					
Escenarios de mejora propuestos					
Pronóstico de estado inicial y escenarios de mejora					
Recomendaciones propuestas					
<b>Objetivo:</b>					
Proveer a las organizaciones de <u>software</u> de escenarios de mejora y su pronóstico de resultado para apoyar la toma de decisiones en la MPS, a partir del uso de la información de los FCE y las BP.					
<b>Principios:</b>					
Integración del tratamiento de los FCE y BP en combinación para recomendar escenarios de mejora y pronosticar el éxito de los mismos en la MPS.					
Reutilización de experiencias como base para el cumplimiento del objetivo del modelo, y su implementación mediante la aplicación de técnicas de minería de datos.					
<b>Enfoques:</b>					
Holístico					
Mejora continua					
Estratégico					
<b>Cualidades:</b>					
Integración					
Iterativo e incremental					
Capacidad de retroalimentación					
<b>Premisas:</b>					
Voluntad de la alta gerencia de la organización desarrolladora de <u>software</u> para ejecutar la MPS.					
Aplicación previa del diagnóstico de la organización para enfrentar la MPS.					

2. Para emitir su criterio acerca de la **pertinencia** del modelo, marque con una (X) en la casilla correspondiente, considerando la escala de referencia:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

3. Sobre la **coherencia** del modelo y la interrelación de sus componentes, marque con una (X) en la casilla correspondiente, considerando la escala de referencia:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

4. Sobre la **comprensión** de los resultados que arroja el modelo, marque con una (X) en la casilla correspondiente, considerando la escala de referencia:

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

5. De considerarlo necesario, emita sus observaciones, sugerencias y/o recomendaciones que pudieran contribuir, al perfeccionamiento del modelo propuesto.

---



---



---

Resultados de la encuesta

Relevancia	Frecuencia					Porcientos				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>Elementos del modelo</b>										
<b>Componentes:</b>										
Estrategia de gestión del conocimiento para la recomendación de escenarios al iniciar la MPS	0	0	2	8	25	0,00	0,00	5,71	22,86	71,43
Herramienta informática KAIRÓS	0	0	2	3	30	0,00	0,00	5,71	8,57	85,71
<b>Entradas del modelo:</b>										
Estado inicial de la organización (valores de las medidas de los FCE)	0	0	4	4	27	0,00	0,00	11,43	11,43	77,14

## ANEXOS

Buenas Prácticas que puede aplicar la organización	0	0	3	3	29	0,00	0,00	8,57	8,57	82,86
Base de experiencias	0	0	4	1	30	0,00	0,00	11,43	2,86	85,71
<b>Salidas del modelo:</b>										
Escenarios de mejora propuestos	0	0	2	4	29	0,00	0,00	5,71	11,43	82,86
Pronóstico de estado inicial y escenarios de mejora	0	0	3	2	30	0,00	0,00	8,57	5,71	85,71
Recomendaciones propuestas	0	0	4	4	27	0,00	0,00	11,43	11,43	77,14
<b>Objetivo:</b>										
Proveer a las organizaciones de <u>software</u> de escenarios de mejora y su pronóstico de resultado para apoyar la toma de decisiones en la MPS, a partir del uso de la información de los FCE y las BP.	0	0	1	4	30	0,00	0,00	2,86	11,43	85,71
<b>Principios:</b>										
Integración del tratamiento de los FCE y BP en combinación para recomendar escenarios de mejora y pronosticar el éxito de los mismos en la MPS.	0	0	3	4	28	0,00	0,00	8,57	11,43	80,00
Reutilización de experiencias como base para el cumplimiento del objetivo del modelo, y su implementación mediante la aplicación de técnicas de minería de datos.	0	0	1	4	30	0,00	0,00	2,86	11,43	85,71
<b>Enfoques:</b>										
Holístico	0	0	3	5	27	0,00	0,00	8,57	14,28	77,14
Mejora continua	0	0	3	4	28	0,00	0,00	8,57	11,43	80,00
Estratégico	0	0	4	4	27	0,00	0,00	11,43	11,43	77,14
<b>Cualidades:</b>										
Integración	0	0	2	5	28	0,00	0,00	5,71	14,28	80,00
Iterativo e incremental	0	0	3	6	26	0,00	0,00	8,57	17,14	74,28



**ANEXOS**

Capacidad de retroalimentación	0	0	1	5	29	0,00	0,00	2,86	14,28	82,86
<b>Premisas:</b>										
Voluntad de la alta gerencia de la organización desarrolladora de <u>software</u> para ejecutar la MPS.	0	0	4	5	26	0,00	11,43	2,86	14,28	74,28
Aplicación previa del diagnóstico de la organización para enfrentar la MPS.	0	0	3	4	28	0,00	0,00	8,57	11,43	80,00

Aspectos a evaluar	Frecuencia					Porcientos				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pertinencia	0	0	1	5	29	0,00	0,00	2,86	14,28	82,86
Coherencia	0	0	2	5	28	0,00	0,00	5,71	14,28	80,00
Comprensión	0	0	1	6	28	0,00	0,00	2,86	17,14	80,00



**Anexo 14: Resultados obtenidos de la aplicación del modelo en los centros**

<b>Grupo</b>	<b>BP</b>	<b>Rec</b>	<b>Acc Mej</b>	<b>AccMejRec/Rec</b>	<b>AccMej/Rec</b>	<b>MedMejAlc/MedAPot</b>
Control	12	20	15	0.40	0.42	0.21
Experimental	8	45	3	0.14	1.00	0.94
Control	9	48	14	0.65	0.65	0.31
Control	12	48	15	0.30	0.31	0.14
Experimental	2	39	1	0.13	0.89	0.87
Experimental	3	9	6	0.09	1.00	1.00
Control	6	51	6	0.34	0.34	0.21
Experimental	2	20	4	0.10	1.00	0.93
Control	8	44	2	0.10	0.10	0.27
Control	9	10	7	0.20	0.21	0.20
Experimental	12	10	7	0.21	0.93	1.00
Experimental	7	9	2	0.22	1.00	0.93

**Preprueba 1****Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
No_Recom	1	6	8,00	50,00
	2	6	4,00	28,00
	Total	12		
No_BP	1	6	8,00	49,00
	2	6	4,00	28,00
	Total	12		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	No_Recom	No_BP
U de Mann-Whitney	7,000	7,000
W de Wilcoxon	28,000	28,000
Z	-1,000	-1,000
Sig. asintótica (bilateral)	,076	,089
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,093 <sup>b</sup>	,093 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

---

**Preprueba 2**


---

**Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
No_Acc_Mej	1	6	8,00	50,00
	2	6	4,00	27,00
	Total	12		
No_Recom	1	6	8,00	50,00
	2	6	4,00	28,00
	Total	12		
Razon_Acc_Rec	1	6	8,00	50,00
	2	6	4,00	27,00
	Total	12		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	No_Acc_Mej	No_Recom	Razon_Acc_Rec
U de Mann-Whitney	6,000	7,000	6,000
W de Wilcoxon	27,000	28,000	27,000
Z	-1,000	-1,000	-1,000
Sig. asintótica (bilateral)	,064	,076	,065
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,065 <sup>b</sup>	,093 <sup>b</sup>	,065 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

**Postprueba 1**

**Prueba de Mann-Whitney**

**Rangos**

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Razon_Acc2_Rec	1	6	3,00	21,00
	2	6	9,00	57,00
	Total	12		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Razon_Acc2_Rec
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	21,000
Z	-2,000
Sig. asintótica (bilateral)	,003
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

**Postprueba 2****Prueba de Mann-Whitney****Rangos**

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Razon_MedMejAlc_MedA	1	6	3,00	21,00
Pot	2	6	9,00	57,00
	Total	12		

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Razon_MedMejAlc_MedAPot
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	21,000
Z	-2,000
Sig. asintótica (bilateral)	,004
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	,002 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Grupo

**Anexo 15: Encuesta aplicada para valorar la aplicabilidad del modelo en entornos reales**

Encuesta: Para medir la satisfacción de los clientes con respecto al modelo propuesto, así como su aplicabilidad en entornos reales.

La medida de la satisfacción del cliente con respecto al modelo propuesto, así como su utilidad y aplicabilidad en entornos reales, se analizará a partir del juicio que usted emita. Según su criterio, marque con una (X) los siguientes elementos:

1. ¿Cuál es su criterio sobre el Modelo de Recomendación de Escenarios al iniciar la MPS?

Me gusta mucho

No me gusta mucho

Me da lo mismo

Me disgusta más de lo que me gusta

No me gusta nada

No sé qué decir

2. ¿Considera usted oportuno iniciar la MPS sin un modelo guíe los esfuerzos de su organización y le apoye en la toma de decisiones previo a la inversión en la MPS?

Sí

No

No sé

3. ¿Utilizaría usted el modelo desarrollado para guiar los esfuerzos de su organización y apoyar su toma de decisiones al iniciar la MPS?

Sí

No

No sé



## ANEXOS

4. Especifique cómo usted valora la utilidad del modelo propuesto para guiar los esfuerzos de las organizaciones y apoyar la toma de decisiones al iniciar la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Especifique cómo usted valora que los resultados obtenidos contribuyen a la toma de decisiones en las organizaciones para iniciar la MPS.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Grado en que usted considera que el modelo y sus componentes pueden ser aplicados en diversos entornos de desarrollo de software.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. ¿Qué elementos usted considera podrían fortalecer al modelo que se propone?