



PROCESO PARA PRONOSTICAR EL ÉXITO EN LA MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE

**Trabajo final presentado en opción al título de
Máster de Calidad en Software**

Autora: Ing. Ana Marys Garcia Rodríguez

Tutora: Msc. Yaimí Trujillo Casañola

La Habana, Diciembre 2013

DEDICATORIA

DEDICATORIA

A mis padres, por haberme dado la dicha de ser la niña de sus ojos hoy y siempre.

A mi hermano y mi sobrino, por aún en la distancia ser los dos faros de mi alma.

A mi amado esposo, por ser mis alas y mi vida toda.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por todo lo que hoy soy y todo lo que tengo en esta vida que realmente es invaluable: mi familia y mis amigos.

A Yaimí, mi querida tutora. Gracias por animarme a ser una mejor profesional, gracias por tanta dedicación y consagración, pero sobre todo gracias por tu amistad y cariño, por estar siempre y cuando más lo necesito, gracias por ser mi amiga.

A mi compañera de investigación, Yady gracias por tu cariño y entrega.

A mis tesisas, gracias por confiar en mí. En especial a Yurixay y Karel, que estuvieron directamente involucrados en el desarrollo de esta solución e hicieron un trabajo realmente meritorio como los buenos profesionales que hoy son. Gracias mis niños lindos.

A Fidel, a la Revolución, a la UCI y mis queridos profesores, por brindarme esta gran oportunidad como profesional.

A mis padres, por haber iluminado cada uno de mis días con su amor insaciable y sus oportunos consejos. A ustedes mi vida entera y todito mi corazón.

A mi hermano y mi sobrino. Kiko gracias por amarme, consentirme y malcriarme. Coki gracias por devolverme mi infancia y robarte las miles de sonrisas de mi corazón.

A mi Charrito, por todo su apoyo y su amor incondicional. Por guiarme y ayudarme cada día a ser una mejor persona, por levantarme en mis momentos más tristes y por alegrarme cada mañana.

A mi familia toda: la de Santa Clara y la de San Cristóbal, por quererme y apoyarme tanto. En especial a mi tía Olga y mi tío Juan, que con tanto esmero y amor han cuidado a mi madre.

A mis niños adoptivos Yanita y Yoyi, sepan que se han ganado por siempre un lugar especial en mi corazón. A los jinetes de la apocalipsis por tantos cafés, por quererme y soportarme.

A mis amigos, gracias por estar con sus sonrisas y apoyo para levantarme el ánimo, a mis compañeros de trabajo. A todos aquellos que de alguna forma aportaron un granito para la culminación de este trabajo.

RESUMEN

En el desarrollo de software se refleja una tendencia a la definición y mejora continua de los procesos, a fin de organizar estratégicamente las acciones para el logro de los objetivos de la organización. En este sentido la mejora de procesos de software ha jugado un papel fundamental, no obstante se refleja un número considerable de fracasos, lo cual se atribuye a que no se tiene en cuenta el estado de la organización integralmente respecto a su ámbito socio-cultural.

Algunas investigaciones se han enfocado en definir un modelo para la evaluación integral de una organización mediante la aplicación de un diagnóstico que considere los factores críticos que influyen en el éxito, previo al inicio de una mejora de procesos. Sin embargo este diagnóstico no vincula la reutilización de las experiencias adquiridas en torno a los factores que influyen en la mejora, lo cual conlleva a que se dediquen recursos, tiempo y esfuerzos sin previo conocimiento de los posibles resultados a obtener.

La presente investigación persigue como objetivo desarrollar un proceso para el pronóstico del éxito ante una mejora de procesos de software, tomando como referencia los factores críticos de éxito. Se desarrolla como soporte tecnológico un sistema de razonamiento basado en casos que realiza el pronóstico de éxito de las organizaciones y ofrece escenarios de mejora respecto al estado actual para un mejor pronóstico.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
INTRODUCCIÓN	9
1. INDUSTRIA E INGENIERÍA DE SOFTWARE	9
Ingeniería de software.....	10
2. CALIDAD DE SOFTWARE	11
Proceso de calidad de software.....	12
Calidad del proceso y el producto.....	12
3. MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE	12
Factores que influyen en la MPS.....	15
4. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO	16
Conocimiento.....	16
Taxonomías del conocimiento	17
Definiciones de gestión del conocimiento.....	19
Modelos de gestión del conocimiento.....	21
Inteligencia artificial	27
Razonamiento basado en casos	29
CONCLUSIONES PARCIALES	33
CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS	35
INTRODUCCIÓN	35
1. CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFORMACIÓN REFERENTE A LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	35
2. COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	36
3. PROCESO PARA PRONOSTICAR EL ÉXITO EN LA MPS	37
Fases del ciclo básico del sistema RBC para pronosticar el éxito en la MPS.....	37
Descripción del proceso.....	39
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	44
Requerimientos funcionales.....	44
Requerimientos no funcionales:	45
Descripción de la arquitectura	46
Diagrama de clases persistentes.....	47
Diagrama entidad-relación	48
Dominios de los rasgos de la base de casos.....	49
Diagrama de componentes.....	49

ÍNDICE

Diagrama de despliegue	49
CONCLUSIONES PARCIALES	50
CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	51
INTRODUCCIÓN	51
1. PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS	51
Valoración de la contribución del proceso en la solución del problema de investigación	52
Valoración del funcionamiento del sistema a partir de la reutilización de experiencias	56
Valoración de la satisfacción del cliente con el sistema desarrollado	59
Análisis del impacto económico de la solución	62
CONCLUSIONES PARCIALES	64
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS.	75
ANEXO # 1: Indicadores – FCE – Medidas	75
ANEXO # 2: Modelo Si.MPS.Cu	77
ANEXO # 3: Frecuencia de los FCE en el criterio de los expertos	78
ANEXO # 4: Coeficiente de ponderación de los FCE	80
ANEXO # 5: Diseño arquitectónico del sistema RBC para el pronóstico de éxito en la MPS	81
ANEXO # 6: Dominios de los rasgos de la base de casos	82
ANEXO # 7: Prototipos de interfaz de usuarios del sistema Hefexto	86
ANEXO # 8: Variables y dimensiones de la validación de los resultados	92
ANEXO # 8: Encuesta de autovaloración de expertos	94
ANEXO # 9: Resultados del procesamiento para la selección de expertos	96
ANEXO # 10: Encuesta de validación del proceso	98
ANEXO # 11: Resultados del procesamiento de las encuestas de validación	101
ANEXO # 12: Encuesta de autovaloración de expertos para valorar satisfacción del cliente	103
ANEXO # 13: Encuesta para valorar la satisfacción de los clientes con el sistema Hefexto	104
GLOSARIOS.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Chaos Manifiesto 2011. Standish Group.	10
Figura 2: Las tres dimensiones críticas.	13
Figura 3: Gestión del conocimiento.	20
Figura 4: Modelo Nonaka-Takeuchi.	22
Figura 5: Espiral de creación de conocimiento organizacional.....	24
Figura 6: Modelo Andersen.	25
Figura 7: Ciclo básico de un sistema RBC.....	31
Figura 8: Proceso para pronosticar el éxito en la MPS.	38
Figura 9: Subproceso Pronosticar éxito.	39
Figura 10: Diagrama de clases persistentes.....	47
Figura 11: Diagrama entidad- relación.	48
Figura 12: Diagrama de componentes.	49
Figura 13: Diagrama de despliegue.	50
Figura 14: Proceso de validación de la solución.....	52
Figura 15: Resultados de evaluación de la Relevancia.....	54
Figura 16: Resultados de evaluación de la Pertinencia.	54
Figura 17: Resultados de evaluación de la Coherencia.....	55
Figura 18: Arquitectura del Modelo Si.MPS.Cu.....	77
Figura 19: Diseño arquitectónico aplicando MVC.	81
Figura 20: Gestionar indicadores, FCE y medidas.	86
Figura 21: Gestionar organismos y organizaciones.....	87
Figura 22: Gestionar casos reales.....	88
Figura 23: Escenarios de mejora propuestos.....	89
Figura 24: Detalles de escenario.	90
Figura 25: Evaluación del pronóstico-Guardar como caso real.	91

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las fuentes de información según las taxonomías del conocimiento.....	36
Tabla 2: Requerimientos funcionales del software.	45
Tabla 3: Cuadro lógico de ladov.	61
Tabla 4: Resultado de aplicación de la técnica ladov.	61
Tabla 5: Indicadores-FCE-Medidas.....	76
Tabla 6: Frecuencia de los FCE según criterio de expertos.	79
Tabla 7: Coeficiente de ponderación de los FCE.....	80
Tabla 8: Dominios de los rasgos de la base de casos.	85
Tabla 9: Variables y dimensiones de la validación de los resultados.....	93
Tabla 10: Experticia en la temática: mejora de procesos de software.....	96
Tabla 11: Experticia en la temática: gestión del conocimiento.	97
Tabla 12: Experticia en la temática: inteligencia artificial.....	97
Tabla 13: Resultados de evaluación de la relevancia.....	102
Tabla 14: Resultados de evaluación de la pertinencia.....	102
Tabla 15: Resultados de evaluación de la coherencia.	102

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Zahran 1998) se ha expandido a cada uno de los sectores de la sociedad, agilizando sus procesos y viabilizando el trabajo de las personas. Muchas son las instituciones y estados que han encaminado sus esfuerzos a elevar la calidad con que se ejecutan los procesos mediante el desarrollo de la industria del software, con el objetivo de proporcionar oportunidades de mejoras en el ámbito social e incrementar sus ingresos en retorno. Los beneficios que proporciona esta industria y la creciente demanda de informatización, han conllevado a las organizaciones desarrolladoras de software a centrarse en una competencia por posicionarse en un mercado mundial que exige productos de mejor calidad. Sin embargo, estudios realizados por Standish Group reflejan que los esfuerzos aplicados para suplir la progresiva demanda de proyectos de software, no se encuentra a tono con la ejecución eficiente y eficaz de los mismos. En el Chaos Manifiesto 2011 de Standish Group (Standish-Group 2011) se realiza un análisis de los proyectos que resultaron exitosos, los que presentaron problemas durante el desarrollo conllevando a retrasos en entregas y los que fracasaron sin alcanzar sus objetivos; este análisis refleja que entre el 2008 y el 2010 el promedio de proyectos exitosos fue de 34,50%, alrededor del 43,00% presentaron problemas de retrasos y se reflejó un promedio de 22,50% de proyectos fallidos.

Los principales problemas en la industria de software que han conllevado a estos resultados se atañen a: planificación irreal, cambios no controlados, presupuestos sobrepasados, inadecuada gestión de requisitos e insuficiente control de la calidad de los entregables. A raíz de estos problemas el desarrollo de software ha coexistido en un desorden caótico que ha llevado al traste a muchas organizaciones. Muchas han sido las investigaciones en torno a este panorama (Bauer 1972; Boehm 1976; Humphrey 1995; Sommerville 2007; Pressman 2010) y todas convergen en la necesidad de aplicación de 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 (IEEE 1990).

Investigadores como Bauer (Bauer 1972), Boehm (Boehm 1976), Humphrey (Humphrey 1995), Sommerville (Sommerville 2007) y Pressman (Pressman 2010), han desarrollado estudios que reflejan la necesidad de establecer un desarrollo dirigido por procesos en aras de una mayor eficiencia en el desempeño organizacional; así como lograr que los procesos implantados en la organización se

INTRODUCCIÓN

desarrollen con la calidad requerida. Además se sostiene que no solo es importante establecer una perspectiva dirigida a procesos para el cumplimiento de los objetivos de la organización desde un enfoque de calidad, sino que resulta esencial la definición de iniciativas que contribuyan a la mejora continua de dichos procesos, para alcanzar una madurez estratégica en la organización y por ende proporcionar servicios de calidad en un mercado competitivo (Mathiassen and Pouya 2003; Maturro 2010; Pressman 2010). Se destaca un auge en estas investigaciones, tanto desde el punto de vista teórico como en su ejercicio práctico, vinculado sobre todo con el fin de fortalecer la industria del software, enfocando la ingeniería y la calidad de software en la integración y mejora de los procesos de software (MPS).

Algunas investigaciones (Zahran 1998; Pino et al. 2008) reafirman la importancia de la MPS con vista a la introducción de buenas prácticas en la ejecución de los procesos para elevar la madurez y capacidad de los mismos. Las iniciativas MPS se centran en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada (Ashrafi 2003). No obstante esta ventaja no siempre se observa a corto o mediano plazo, la implantación de buenas prácticas es una labor cuyo fruto puede tardar años en obtenerse.

Muchas organizaciones, instituciones y comunidades científicas han optado por la aplicación de modelos, normas, guías y estándares en función de la mejora de procesos como: Modelo de Capacidad de Madurez Integrada (CMMI por sus siglas en inglés) (CMMI 2013) propuesto por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI por sus siglas en inglés) de la Universidad Carnegie Mellon (Carnegie-Mellon 2013), las normas ISO 15504 (ISO 2004), ISO 9000 (ISO 2005a) e ISO 25000 (ISO 2005b), desarrolladas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) (ISO 1997), la Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBok) (PMI 2013a) propuesto por el Instituto de Dirección de Proyectos (PMI por sus siglas en inglés) (PMI 2013b), entre otros. Sin embargo estos modelos, guías y estándares especifican qué hacer para establecer una mejora de los procesos en la organización pero no establecen el cómo ejecutarla.

Algunos estudios (Laporte and Trudel 1998; Moitra 1998; Stelzer and Mellis 1999; Cattaneo et al. 2001; Ngwenyama 2003; Allison 2010; Boas et al. 2010; Dounos and Bohoris 2010) 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. Los autores consideran además que de manera

INTRODUCCIÓN

general los programas de mejora definidos no contemplan los aspectos sociales y las necesidades reales de las organizaciones alineadas a sus objetivos estratégicos. Esto provoca que al ejecutar los procesos definidos como parte del programa, existan inconsistencias y dificultades de entendimiento por parte del equipo de desarrollo que los ejecuta. Investigaciones realizadas (Ngwenyama 2003; Forradellas et al. 2005) sobre los resultados de la aplicación de iniciativas MPS en las organizaciones, reflejan un gran número de fracasos, observándose en el caso de CMMI un ascenso a un 70%. Diversas publicaciones (Babar and Niazi 2008; Pino et al. 2008; Müller et al. 2010; Niazi et al. 2010) infieren la necesidad de cambios culturales y organizativos para el éxito de las iniciativas MPS, los cuales por lo general son complejos de abordar, conllevan a recomendaciones complicadas y demandan una gran inversión de recursos y tiempo.

En este sentido algunos países se han aventurado en la creación de adaptaciones de estos modelos a su contexto específico, ejemplo de ello son: MoProSoft en México (NYCE 1994), MPS. Br en Brasil (Cavalcanti and Chaves 2008), la propuesta Iberoamericana Competisoft (COMPETISOFT 2008) e IT Mark (SINERTIC 2011) creado por el Instituto de Software Europeo (ESI por sus siglas en inglés) (SINERTIC 2011).

Varios autores aportan elementos para adaptar las iniciativas MPS a las características particulares de las organizaciones, para ello proponen factores que influyen en el diseño y ejecución de la MPS referentes a los aspectos sociales, a partir de: literatura consultada (Dounos and Bohoris 2010), entrevistas y encuestas a consultores de MPS (Montoni and Rocha 2010), datos y experiencias acumuladas de la ejecución de MPS (Boas et al. 2010; Santos et al. 2010) y el estudio de casos (Allison 2010). El análisis en torno a los factores que influyen positiva o negativamente en la MPS, permite inferir que su uso en función de los contextos organizacionales contribuye al éxito de las iniciativas MPS (Dounos and Bohoris 2010; Montoni and Rocha 2010). 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. Es por ello que los factores pueden influir positiva o negativamente en dependencia de la cultura de la misma.

En Cuba se han ejecutado varias estrategias con el fin de fortalecer la industria cubana del software, reorganizando e industrializando sus procesos bajo los paradigmas de calidad que se han aplicado a

INTRODUCCIÓN

diferentes entornos de desarrollo de software. Una de las estrategias puestas en marcha fue el surgimiento de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), donde estudiantes y profesores tienen un papel fundamental en el desarrollo del software mediante la vinculación a centros de desarrollo que funcionan como organizaciones desarrolladoras de software. Se comienzan a dar avances respecto a la implantación de mejoras de procesos habiéndose certificado 3 centros de desarrollo en el nivel 2 de madurez de CMMI-Dev 1.2 (CMMI 2011) y estableciéndose un programa de mejora (UCI 2011) como guía para la ejecución de los procesos con vista a la MPS. En este contexto aún existen centros sin certificación que presentan problemas en el desarrollo de software y aún persisten deficiencias en los centros ya certificados (CALISOFT 2012).

Como resultado introducido, investigadores de la UCI (Trujillo et al. 2012) han identificado en torno a la temática del fracaso de las organizaciones en la MPS, la influencia de factores críticos de éxito (FCE) que inciden en la misma. Estos FCE se encuentran agrupados en 3 indicadores: *influencia del personal*, *influencia de la alta gerencia* y *características de la organización*. Además, realizaron el diseño del modelo *Si.MPS.Cu* para valorar las organizaciones previo a la MPS (Trujillo et al. 2013) que contiene como componente esencial la evaluación del impacto de los FCE mediante la aplicación de un diagnóstico.

Actualmente se han mostrado pasos de avance en la implantación del modelo *Si.MPS.Cu*, diagnosticándose la totalidad de los centros de desarrollo de la UCI. Sin embargo aún no se ha logrado establecer la alineación de la evaluación de los FCE con la reutilización de las experiencias obtenidas a raíz de los resultados que arroja la MPS. Para iniciarse en una MPS cada centro de desarrollo debe emplear recursos humanos y financieros, tiempo y esfuerzo, lo cual actualmente se desarrolla sin tener en cuenta: las buenas prácticas empleadas, lecciones aprendidas y resultados alcanzados por otros, donde los factores pudieran comportarse de manera similar debido a la similitud de sus culturas. Esto se debe en gran medida a la complejidad de comprensión y reutilización de las experiencias. Resulta engorroso realizar el procesamiento de esta información cuando existe un gran número de factores que inciden sobre la MPS, lo cual requiere de la aplicación de prácticas de gestión del conocimiento que procesen la información, transformándola en conocimiento útil para un pronóstico de éxito certero antes de la inversión en la MPS. Actualmente para este tipo de procesamiento resulta de gran utilidad el empleo de técnicas de inteligencia artificial (IA) para apoyar el proceso de toma de decisiones, entre las cuales destacan como

sistemas basados en conocimiento: las redes neuronales artificiales, los algoritmos genéticos, los sistemas basados en reglas, los sistemas basados en probabilidades y los sistemas basados en casos.

El análisis anterior conduce al siguiente diseño de investigación:

Problema de la investigación:

¿Cómo valorar las organizaciones desarrolladoras de software previo a la mejora de procesos a partir de la reutilización de las experiencias adquiridas por otras organizaciones en torno al comportamiento de los factores críticos de éxito?

Objeto de estudio de la investigación:

La gestión del conocimiento en la mejora de procesos de software.

Campo de acción:

Factores críticos de éxito de la mejora de procesos de software.

Hipótesis:

La implementación de un proceso de razonamiento basado en casos que valore las organizaciones desarrolladoras de software previo a la mejora de procesos, permitirá elevar el nivel de reutilización de experiencias para pronosticar el éxito de una organización ante la mejora de procesos de software.

Objetivo de la investigación:

Implementar un proceso de razonamiento basado en casos que a partir de la valoración de los factores críticos de éxito, permita elevar el nivel de reutilización de experiencias para obtener un pronóstico de éxito de las organizaciones de desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas previo a la mejora de procesos de software.

Objetivos específicos:

1. Elaborar el marco teórico referencial relacionado con la mejora de procesos de software, la gestión del conocimiento y el razonamiento basado en casos.
2. Caracterizar el estado actual de la información en las investigaciones de los factores críticos de éxito a partir del análisis de las taxonomías del conocimiento.
3. Diseñar una base de casos para el pronóstico de éxito de la mejora de procesos de software.

4. Diseñar un proceso para elevar el nivel de reutilización de experiencias con vista a pronosticar el éxito de una organización en la mejora de procesos de software.
5. Implementar un sistema para el pronóstico de éxito previo a la mejora de procesos de software, aplicando la técnica razonamiento basado en casos.
6. Validar la solución propuesta.

Tareas de la investigación:

1. Análisis de la literatura disponible referente a la mejora de procesos de software, la gestión del conocimiento y el razonamiento basado en casos para identificar los elementos aplicables a la propuesta de solución.
2. Análisis de los factores críticos de éxito a considerar en la investigación y la importancia concedida en la bibliografía para identificar el coeficiente de ponderación a otorgar a los mismos.
3. Caracterización del estado actual de la información en las investigaciones de los factores críticos de éxito a partir del análisis de las taxonomías del conocimiento.
4. Diseño del proceso para el pronóstico de éxito de una organización en la mejora de procesos de software.
5. Diseño de una base de casos para el pronóstico de éxito de una organización en la mejora de procesos de software.
6. Diseño e implementación de un sistema para para el pronóstico de éxito de una organización en la mejora de procesos de software aplicando la técnica razonamiento basado en casos.
7. Valoración del proceso propuesto mediante el criterio de expertos para evaluar la contribución del mismo a la solución del problema de investigación.
8. Valoración del sistema propuesto a partir del estudio de casos y el cuasi-experimento, para evaluar la funcionalidad y eficiencia del mismo.
9. Validación de la satisfacción del cliente para evaluar la utilidad y aplicabilidad del sistema propuesto.
10. Valoración del impacto económico de la propuesta de solución.

Entre los **métodos de trabajo científico** utilizados se destacan los siguientes:

Métodos teóricos:

- Se emplearon los métodos **histórico-lógico** y el **dialéctico** para el análisis crítico de los trabajos anteriores con el objetivo de establecer un punto de referencia para la propuesta resultante.
- 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 de investigación en elementos que permitan su profundización, para luego sintetizarlos en la solución propuesta.
- El método **modelación** para la descripción del proceso propuesto.

Métodos empíricos:

- La **encuesta** para obtener la valoración de los expertos respecto a la contribución del proceso propuesto en la solución del problema de investigación, así como la validación de la satisfacción del cliente con el sistema desarrollado.
- El **criterio de expertos**, para la validación de los aportes fundamentales de la investigación.
- El **método experimental** para comprobar la utilidad de los resultados obtenidos a partir de la implementación del proceso.
- El **estudio de casos** para la valoración de la funcionalidad y eficiencia del sistema propuesto.

Métodos cualitativos y cuantitativos:

- Los **modelos de análisis cuantitativos** para el procesamiento de los datos y análisis de las encuestas.

Métodos matemáticos:

- La **estadística descriptiva** para el análisis de los resultados.

Se empleó además la **Técnica de ladov** para conocer el nivel de satisfacción de los clientes con el sistema propuesto.

La aplicación sistemática de estos métodos, permitió alcanzar los resultados previstos en cada una de las etapas de la investigación.

INTRODUCCIÓN

La **estructura del trabajo** quedó constituida en tres capítulos, conclusiones, anexos, bibliografía y glosarios.

En el **Capítulo 1. Marco teórico referencial** se presentan elementos teóricos-conceptuales vinculados con las problemáticas y nuevos retos en la MPS, los factores de éxito que influyen en la misma, la gestión del conocimiento asociada a la MPS como elemento necesario para la evolución de las organizaciones y el razonamiento basado en casos como técnica para el aprovechamiento y reutilización de experiencias. En el **Capítulo 2. Pronóstico de éxito en la MPS** se presenta la valoración de los factores críticos de éxito que influyen en las MPS, en torno a la definición del coeficiente de ponderación asignable a los mismos. Se presenta además la modelación del *Proceso para pronosticar el éxito en la MPS*, así como el diseño e implementación del sistema para pronosticar el éxito en la MPS, *Hefexto*. En el **Capítulo 3. Validación de la solución** se presenta la validación de la propuesta de solución a partir de: la valoración del *Proceso para pronosticar el éxito en la MPS* usando el criterio de expertos; la valoración del funcionamiento y eficiencia de dicho sistema mediante el estudio de casos y el cuasi-experimento y por último la validación de la satisfacción del cliente con el sistema *Hefexto*, empleando la técnica de ladov. Finalmente, se realiza un análisis del impacto económico de la propuesta de solución. Las **Conclusiones** reflejan el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación. En la **Bibliografía** se incluyen las referencias bibliográficas consultadas para el desarrollo de la investigación. En los **Anexos** se incluye un grupo de figuras y tablas que contribuyen a una mejor comprensión del documento. Por último en los **Glosarios** se muestra un conjunto de siglas y términos necesarios para una mejor comprensión.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se realiza un análisis del panorama en que se desenvuelven la MPS y los factores que influyen en su éxito, la gestión del conocimiento asociada a la MPS como elemento necesario para la evolución de las organizaciones y la técnica de razonamiento basado en casos para la reutilización de experiencias. A partir del estudio abordado se realiza un análisis crítico para determinar los elementos a emplear en la propuesta de solución.

1. INDUSTRIA E INGENIERÍA DE SOFTWARE

La economía de los países depende hoy en gran medida de sistemas complejos basados en computadoras; el desarrollo industrial es completamente computarizado así como el sistema financiero, es por ello que la industria de software se convierte en un factor dominante de las economías del mundo industrializado. A través de los últimos 50 años el software ha evolucionado de la solución de un problema específico y herramientas de análisis de información a una industria en sí. Se denota un desarrollo progresivo desde la programación de soluciones arcaicas y de menor envergadura a la investigación, construcción y aplicación de prácticas novedosas de desarrollo de software (Sommerville 2007; Pressman 2010). Sin embargo la creciente demanda de desarrollo de software, no se corresponde con la calidad en la ejecución de los procesos que permiten su obtención.

En el Chaos Manifiesto 2011 de Standish Group (Standish-Group 2011), se realiza un análisis de los resultados alcanzados por los proyectos donde se refleja que entre el 2008 y el 2010 el promedio de proyectos exitosos fue de 34,5%, alrededor del 43,0% presentaron problemas de retrasos y se reflejó un promedio de 22,5% de proyectos fallidos. *Ver figura 1.*

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

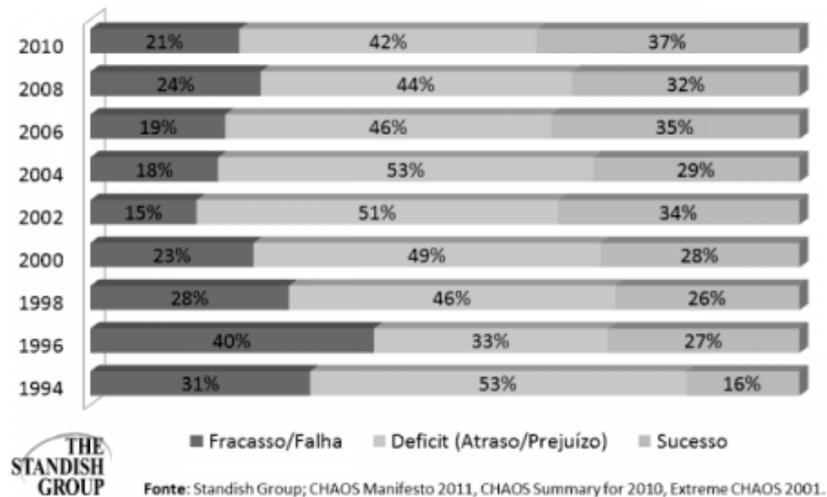


Figura 1: Chaos Manifiesto 2011. Standish Group.
Fuente: (Standish-Group 2011)

Los principales problemas en la industria de software que han conllevado a estos resultados se atañen a: planificación irreal, cambios no controlados, presupuestos sobrepasados, inadecuada gestión de requisitos e insuficiente control de la calidad de los entregables. A raíz de estos problemas el desarrollo de software ha coexistido en un desorden caótico que ha llevado al traste a muchos proyectos. Muchas han sido las investigaciones en torno a este panorama y todas convergen en la necesidad de aplicación de métodos más efectivos de ingeniería de software (Bauer 1972; Boehm 1976; Humphrey 1995; Sommerville 2007; Pressman 2010).

Ingeniería de software

Bauer (Bauer 1972) define la ingeniería de software como el establecimiento y uso de principios ingenieriles en función de obtener económicamente un producto software que sea reutilizable y funcione eficientemente en máquinas reales. Sin embargo esta definición hace poca referencia a los aspectos técnicos de la calidad del software, no trata directamente las necesidades y satisfacciones del cliente ni la importancia de las mediciones y métricas. La definición tampoco presta especial atención a la importancia del desarrollo de un proceso efectivo.

La IEEE por su parte ha desarrollado una definición más comprensiva cuando cita: "la ingeniería de software es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de software" (IEEE 1993).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Pressman (Pressman 2010) plantea que el software en todas sus formas y sus dominios de aplicación, debe ser el resultado de la aplicación de métodos de ingeniería. Su definición resulta más completa pues coincide con la IEEE en la necesidad de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable, pero además le concierne una gran importancia a la concepción de la calidad como sustento del proceso de desarrollo de un producto software. Según Pressman (Pressman 2010) la ingeniería de software incluye: procesos, una colección de métodos o prácticas y un conjunto de herramientas, que permitan a los profesionales construir software de alta calidad.

Organización desarrolladora de software

En el contexto de la investigación se refiere a organización desarrolladora de software como aquel ente (entidad, institución, empresa, centro) que bajo los esfuerzos de un equipo de desarrollo y vinculado a un proyecto de software, desarrolla soluciones informáticas para un cliente determinado. Acotando este enfoque al campo de acción, se identifican para el desarrollo de la investigación a los centros de desarrollo de la UCI como organizaciones de desarrollo de software.

Investigadores como Bauer (Bauer 1972), Boehm (Boehm 1976), Humphrey (Humphrey 1995), Sommerville (Sommerville 2007) y Pressman (Pressman 2010) han desarrollado estudios que reflejan la necesidad de establecer un desarrollo dirigido por procesos en aras de una mayor eficiencia en el desempeño organizacional, así como de lograr que los procesos instituidos en la organización se desarrollen con la calidad requerida.

2. CALIDAD DE SOFTWARE

IEEE (IEEE 1990) define el término calidad del software como el grado con que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. Humphrey (Humphrey 1995) coincide con IEEE (IEEE 1990) respecto a que el principal objetivo de cualquier definición de calidad de software debe reflejar "las necesidades del cliente". Por su parte Pressman (Pressman 2010) concuerda con las definiciones anteriores respecto a la satisfacción del cliente al definirla como un proceso eficaz de software cuya aplicación genera un producto útil considerando siempre la perspectiva del usuario. Además, Pressman incorpora un elemento sustancial referente a la medición del producto, pues establece que la calidad del software proporciona un valor medible para los que lo producen y lo usan que se pueden distinguir entre requerimientos y necesidades.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Proceso de calidad de software

La industria ha reconocido desde décadas pasadas la importancia de la eficiencia y de la eficacia del proceso (Bauer 1972; Boehm 1976; Humphrey 1995; Sommerville 2007; Pressman 2010). El proceso ayuda a los miembros de una organización a alcanzar los objetivos estratégicos ayudándoles a trabajar empleando más la inteligencia que el sacrificio y de un modo más consistente. Los procesos eficaces también proporcionan un medio para introducir y utilizar nuevas tecnologías de forma que permitan responder mejor a los objetivos estratégicos de la organización (Chrissis et al. 2009).

La calidad de software como todo proceso debe ser gestionada, debe existir un control sobre qué actividades desarrollar para medir la calidad de los procesos y productos, así como quién, cómo y cuándo desarrollarlas. Una afirmación esencial del modelo de referencia CMMI (CMMI 2013) consiste en que la calidad del proceso de desarrollo influye directamente en la calidad del producto entregable.

Calidad del proceso y el producto

La calidad del proceso tiene una influencia significativa en la calidad de software. La gestión y mejora de la calidad del proceso pueden sin dudas llevar a un menor número de defectos en el software que se obtiene (Sommerville 2007; Pressman 2010).

Autores como Mathiassen (Mathiassen and Pouya 2003), Sommerville (Sommerville 2007) y Pressman (Pressman 2010) sostienen que no solo es importante establecer una perspectiva dirigida a procesos para el cumplimiento de los objetivos de la organización desde un enfoque de calidad, sino que resulta esencial la definición de iniciativas que contribuyan a la mejora continua de dichos procesos, para alcanzar una madurez estratégica en la organización y por ende proporcionar servicios de calidad en un mercado competitivo.

3. MEJORA DE PROCESOS DE SOFTWARE

La mejora continua según ISO (ISO 2000) 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.

Para Mathiassen y Pouya (Mathiassen and Pouya 2003) la MPS constituye un enfoque estructurado que permite a una organización de software mejorar continuamente sus capacidades para proporcionar

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

servicios de calidad en forma competitiva. Una definición más precisa y certera es la de Ashrafi (Ashrafi 2003) que manifiesta que la MPS se centra en mejorar el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada.

La mayor parte de la literatura considera que la MPS se centra en el perfeccionamiento de los procesos para mejorar la calidad de los productos y en particular reducir el número de defectos de los entregables, sin embargo Sommerville (Sommerville 2007) incorpora además el incremento de la calidad del producto y la reducción de los costos y tiempos de desarrollo a partir de la comprensión y modificación acorde a las necesidades de los procesos existentes.

En su investigación para ayudar a las organizaciones a desarrollar y a mantener productos y servicios de calidad, la Guía para la integración de procesos y la mejora de productos (Chrissis et al. 2009) ha identificado varias dimensiones sobre las que una organización puede enfocarse para mejorar su actividad. Existen tres dimensiones críticas sobre las cuales se concentran las organizaciones:

- Personas.
- Métodos y procedimientos.
- Herramientas y equipamiento.

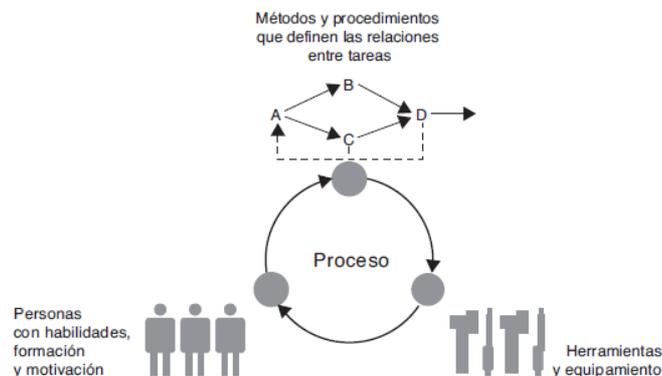


Figura 2: Las tres dimensiones críticas.
Fuente: (Chrissis et al. 2009).

El sustento de estas tres dimensiones lo constituyen los procesos utilizados en la organización, los cuales permiten alinear el modo de operar de la organización, evolucionar e incorporar los conocimientos de cómo mejorar el trabajo (Chrissis et al. 2009).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Otro elemento sustancial lo ofrece Maturro (Maturro 2010) al afirmar que la mejora no es un evento de un solo paso, sino que se desarrolla gradualmente mediante transiciones de un nivel de madurez a otro.

Pressman (Pressman 2010) visualiza de una manera más profunda la MPS al definirla como una perspectiva cíclica de tres estados principales:

- Medición del proceso: el objetivo es mejorar las mediciones de acuerdo a los objetivos de la organización involucrada en la mejora de procesos.
- Análisis del proceso: se identifican las debilidades y riesgos del proceso. Los modelos que describen el proceso son usualmente desarrollados durante este estado.
- Cambio del proceso: se introducen los cambios identificados durante el análisis.

A partir del análisis anterior la autora concibe la importancia de la MPS para la mejora del rendimiento, la utilidad y la efectividad de los procesos de una manera disciplinada, siguiendo un enfoque cíclico que permita la medición de los procesos, el análisis de sus potencialidades y deficiencias y en base a ello la introducción de cambios en los procesos que permitan la evolución estratégica y continua de la organización. Se considera además esencial en la investigación el enfoque dirigido al proceso como centro del desarrollo, con sus tres dimensiones críticas para la mejora continua en torno a las personas que desarrollan el proceso, los métodos y procedimientos que emplean para ello y las herramientas a emplear para alcanzar los objetivos de mejora.

En torno al contexto de mejora de procesos, muchas organizaciones, instituciones y comunidades científicas han optado por la aplicación de modelos, normas, guías y estándares como: las normas ISO 15504 (ISO 2004), ISO 9000 (ISO 2005a) e ISO 25000 (ISO 2005b), desarrolladas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO 1997), el modelo CMMI (CMMI 2013) propuesto por el SEI de la Universidad Carnegie Mellon (Carnegie-Mellon 2013), la Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBok) (PMI 2013a) propuesto por PMI (PMI 2013b), entre otros. Sin embargo estos modelos, guías y estándares especifican qué hacer para establecer una mejora de los procesos pero no establecen el cómo ejecutarla. En este sentido algunos países se han aventurado en la creación de adaptaciones de estos modelos a su contexto específico, ejemplo de ello son: MoProSoft en México (NYCE 1994), MPS. Br en Brasil (Cavalcanti and Chaves 2008), la propuesta Iberoamericana Competisoft (COMPETISOFT 2008) e IT Mark (SINERTIC 2011) creado por ESI (SINERTIC 2011).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Algunos estudios (Laporte and Trudel 1998; Moitra 1998; Stelzer and Mellis 1999; Cattaneo et al. 2001; Ngwenyama 2003; Allison 2010; Boas et al. 2010; Dounos and Bohoris 2010) señalan que los modelos en general son muy restringidos pues no consideran la variedad de situaciones que se pueden encontrar en organizaciones que desean implementar una MPS. La adopción de iniciativas MPS no significa simplemente la selección de métodos y herramientas particulares, o el uso de modelos y estándares que están siendo adoptados en otras empresas, pues siempre existen factores organizacionales intrínsecos, así como procedimientos y estándares propios que influyen en el proceso, siempre se debe observar en la mejora de procesos las especificidades de cada organización (Sommerville 2007).

La implantación de buenas prácticas es una labor cuyo fruto puede tardar años en obtenerse. Estudios realizados sobre los resultados de la aplicación de iniciativas de MPS en las organizaciones, reflejan un gran número de fracasos ascendiendo en el caso del modelo CMMI a un 70 % (Ngwenyama 2003; Forradellas et al. 2005). Buena parte de este porcentaje se debe a que los programas de mejora no contemplan los aspectos sociales y las necesidades reales de las organizaciones alineadas a sus objetivos estratégicos. Lo anteriormente descrito provoca en gran medida que en la ejecución de los procesos definidos como parte del programa existan inconsistencias y dificultades de entendimiento por parte del equipo de desarrollo que los ejecuta.

Varios autores aportan elementos para adaptar las iniciativas MPS a las características particulares de las organizaciones, para ello proponen factores que influyen en el diseño y ejecución de la MPS referentes a los aspectos sociales, a partir de: literatura consultada (Dounos and Bohoris 2010), entrevistas y encuestas a consultores de MPS (Montoni and Rocha 2010), datos y experiencias acumuladas de la ejecución de MPS (Boas et al. 2010; Santos et al. 2010) y el estudio de casos (Allison 2010).

Factores que influyen en la MPS

El análisis en torno a los factores que influyen positiva o negativamente en la MPS, permite inferir que su uso en función de los contextos organizacionales contribuye al éxito de las iniciativas MPS (Dounos and Bohoris 2010; Montoni and Rocha 2010). Como resultado introducido, investigadores de la UCI en torno a la temática del fracaso de las organizaciones en la MPS (Trujillo et al. 2012) han identificado la influencia

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

de FCE que inciden en la misma agrupados en 3 indicadores: *influencia del personal, influencia de la alta gerencia y características de la organización*. Ver anexo # 1. Además, realizaron el diseño del modelo *Si.MPS.Cu* para valorar las organizaciones previo a la MPS (Trujillo et al. 2013) que contiene como componente esencial la evaluación del impacto de los FCE mediante la aplicación de un diagnóstico. Ver anexo # 2.

A pesar de los incuestionables avances obtenidos en la identificación de los factores que influyen en la MPS y el diagnóstico como herramienta de medición ante una mejora, aún no se ha logrado establecer la alineación de la evaluación de los FCE con la reutilización de las experiencias obtenidas a raíz de los resultados que arroja la MPS. Para iniciarse en una MPS cada centro de desarrollo debe emplear recursos humanos y financieros, tiempo y esfuerzo, lo cual actualmente se desarrolla sin tener en cuenta: las buenas prácticas empleadas, lecciones aprendidas y resultados alcanzados por otros donde los factores pudieran comportarse de manera similar debido a la similitud de sus culturas. Resulta engorroso realizar el procesamiento de esta información cuando existen varios factores que inciden sobre la MPS, lo cual requiere de la aplicación de conceptos y prácticas de gestión del conocimiento para elevar el nivel de reutilización de las experiencias con vista a un pronóstico de éxito certero antes de la inversión en la MPS.

4. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

La gestión del conocimiento juega un papel primordial en el progreso de las organizaciones, es por ello que muchas han dedicado esfuerzos a organizar sus procesos y difundir las experiencias positivas adquiridas para lograr el aprendizaje y acrecentar así sus activos tangibles ante la competencia de un mercado mundial que exige cada vez más productos de mejor calidad.

Conocimiento

Los conceptos de dato (ISO 1999), información (Oxford 2013) y conocimiento (Davenport and Prusak 2001) se encuentran estrechamente relacionados según Wiig (Wiig 1993). Los datos por sí solos no poseen significado alguno, sin embargo al combinarse dan lugar a la información que a diferencia de los datos posee una relevancia y propósito, aunque a pesar de reflejar un significado no posee una estructura que facilite el aprendizaje tanto de las personas como de las organizaciones, esta cualidad es atribuida al concepto conocimiento que es subsecuentemente aplicado para interpretar la información disponible sobre un caso específico y para tomar decisiones sobre cómo manejar la situación en sí.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En el diccionario de Oxford se define conocimiento como: actos, información y habilidades adquiridas por la experiencia o la educación, la comprensión teórica o práctica de un sujeto (Oxford 2013).

La autora considera que la definición emitida por Davenport y Prusak (Davenport and Prusak 2001) ofrecen una visión más clara y completa del conocimiento, conceptualizándolo como una mezcla fluida de experiencia estructurada, valores, información contextualizada y discernimiento experto que provee un marco de referencia para evaluar e incorporar nuevas experiencias e informaciones. En las organizaciones con frecuencia no sólo se encuentra dentro de documentos o almacenes de datos, sino que también está en rutinas organizativas, procesos, prácticas, y normas.

Durante la revisión bibliográfica de los autores del modelo *Si.MPS.Cu* (Trujillo et al. 2013) se deriva que las principales fuentes de información en las investigaciones referentes a los FCE son: la bibliografía, el conocimiento de los expertos y las experiencias de las organizaciones. La autora consideró importante realizar un estudio de las taxonomías del conocimiento con el objetivo de caracterizar las fuentes de información para analizar el estado actual de la información e identificar cómo mejorar el escenario de reutilización de experiencias.

Taxonomías del conocimiento

La IEEE (IEEE 1990) hace referencia a las taxonomías del conocimiento **tácito** cuando se trata de un conocimiento heurístico resultado de la experiencia acumulada por individuos y **explícito** cuando se puede recoger, manipular y transferir con facilidad.

La clasificación anterior constituye la más universal y reconocida, respaldada además por Nonaka y Takeuchi (Nonaka and Takeuchi 1999).

- **Explícito:** es el conocimiento que puede expresarse con palabras y números y puede transmitirse y compartirse fácilmente en forma de datos, fórmulas científicas, procedimientos o principios fundamentales.
- **Tácito:** conocimiento muy personal e intrínseco de las personas. Tiene sus raíces en lo más profundo de las acciones y la experiencia individual, así como en los ideales, valores y emociones. No es fácil plantearlo a través del lenguaje formal, por lo que resulta difícil de transmitir y compartir.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Esta distinción constituye un basamento para el desarrollo de la investigación pues hace referencia no solo al conocimiento tangible y posible de palpar en evidencias sino también a aquel innato en las personas y que a pesar de tener una mayor complejidad de transmisión y comprensión resulta esencial pues refleja un caudal de experiencias reales de las personas.

Bollinger y Smith (Bollinger and Smith 2001) distinguen dos tipos de conocimiento, el conocimiento individual o personal y el colectivo u organizacional.

- **Individual o personal:** es el entendimiento, concientización o familiaridad acerca de un tema, como resultado del estudio, la investigación, la observación o la experiencia práctica en un período de tiempo. Es una interpretación personal de la información por medio de experiencia acumulada, habilidades adquiridas y competencias propias.
- **Colectivo u organizacional:** es el conocimiento por parte de las personas sobre clientes, productos, procesos, políticas, cultura y forma de actuar de una organización. Su almacenamiento puede radicar en documentos, bases de datos, y manuales de procedimientos. Puede ser compartido a través de experiencias y buenas prácticas.

Esta tipología no margina la propuesta por Nonaka y Takeuchi, pues tanto el conocimiento tácito como explícito pueden adoptar la taxonomía individual o colectiva indistintamente. Permite obtener una visión de cómo el conocimiento no tiene que ser necesariamente intrínseco de una persona. La persona aprende sobre un tema específico y la socialización de ese conocimiento puede ser útil tanto para otras personas como para el conocimiento colectivo de toda una organización, quien a su vez nutre al conocimiento individual mediante su renovación continua. No obstante esta clasificación se enfoca solo en el punto de vista del contenedor del conocimiento (persona, organización), sin hacer referencia a las propiedades o cualidades que distinguen al conocimiento.

Mathiassen y Pedersen parten de la definición de dos formas de conocimiento: explícito y tácito y a partir las categorías de conocimiento que proponen Bollinger y Smith identifican cuatro tipos de conocimiento que involucran ambas concepciones (Mathiassen and Pedersen 2005):

- **Innato:** conocimiento explícito individual. Depende de las habilidades cognitivas individuales y abarca el conocimiento racional o científico.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- **Adherido:** conocimiento tácito individual. Conocimiento práctico y orientado a la acción. Tiene lugar a partir de experiencias prácticas, está vinculado a un contexto específico y su creación no puede separarse de su aplicación.
- **Codificado:** conocimiento colectivo explícito. Codificado en procedimientos escritos, estándares, reglas o especificaciones. Este tipo de conocimiento es frecuentemente utilizado para generar patrones predecibles de comportamiento.
- **Incrustado:** conocimiento tácito colectivo. Este tipo de conocimiento es almacenado en rutinas, normas, valores y culturas organizacionales de una comunidad de prácticas.

La tipificación del conocimiento según Mathiassen y Pedersen (Mathiassen and Pedersen 2005) resulta más completa para el contexto de la investigación, pues refleja tanto las cualidades y propiedades del conocimiento (tácito, explícito) como el contenedor del mismo (personal, organizacional). Evidencia una mayor claridad para la comprensión del aprendizaje de una organización a nivel global e individual, teniendo en cuenta las características cognitivas de su personal y la facilidad de comprensión y transferencia del conocimiento para una correcta implementación de la gestión del conocimiento.

Esta clasificación abarca elementos importantes para el desarrollo de la investigación: la codificación del conocimiento y la necesidad de hacerlo explícito, lo cual contribuiría en gran medida a elevar el nivel de reutilización de experiencias. En este sentido se hace necesario aplicar técnicas y procedimientos de gestión del conocimiento para estructurar y codificar correctamente la información, facilitando la asimilación del conocimiento con vista a la toma de decisiones.

Definiciones de gestión del conocimiento

Existen varias definiciones de **gestión del conocimiento**. A continuación se muestran algunas de ellas:

Dutta y De Meyer (Dutta and De Meyer 1997) definen la gestión del conocimiento como “la habilidad de las personas para entender y manejar la información a través de la tecnología y la compartición del conocimiento” (Salazar and Zarandona 2007). Si bien las tecnologías por sí solas no implican que el conocimiento sea gestionado, facilita a gran escala dicha gestión. *Ver figura 3.*

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

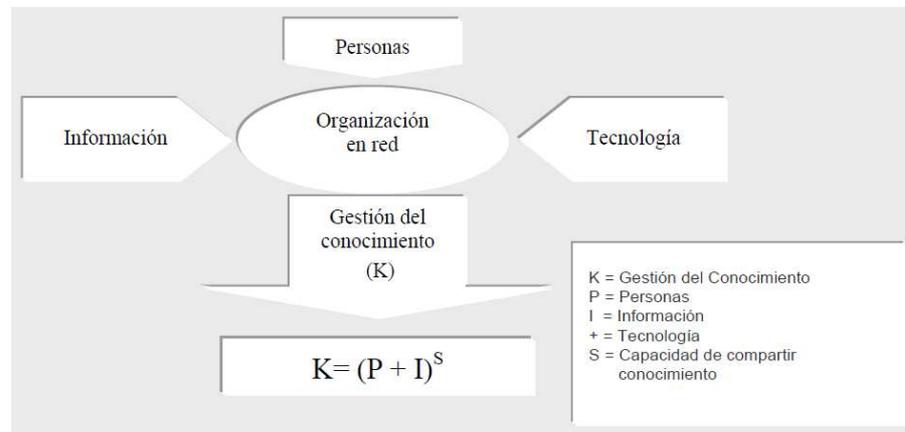


Figura 3: Gestión del conocimiento.

Fuente: (Dutta and De Meyer 1997; Salazar and Zarandona 2007).

Esta concepción realiza un aporte esencial a la solución, pues refleja cómo la gestión del conocimiento posee la capacidad de regenerar el conocimiento y provocar el aprendizaje auxiliándose en las tecnologías para un procesamiento más eficiente. La autora coincide con la valoración de Salazar y Zarandona (Salazar and Zarandona 2007) en que a diferencia del resto de los autores no refleja las diferentes etapas que componen la gestión del conocimiento ni sus objetivos esenciales, los cuales van enfocados a la flexibilidad, el aprendizaje, la reducción de costes, la eficiencia organizativa, la innovación y la mejora continua.

Para Rodríguez (Rodríguez 2006) la gestión del conocimiento 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”.

Salazar y Zarandona (Salazar and Zarandona 2007) la definen como “el proceso de identificar, seleccionar, almacenar, transferir y utilizar el conocimiento -la información y las personas-, con el objetivo de incrementar las oportunidades de mercado y, en última instancia, las ventajas competitivas”.

A partir del análisis de las definiciones anteriores la autora considera que la definición más completa es la emitida por Rodríguez (Rodríguez 2006) pues tiene en cuenta no solo los procesos que componen la

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

gestión del conocimiento sino también la perspectiva individual-organizacional y la retroalimentación entre el conocimiento individual y colectivo.

Algunos autores han considerado establecer una definición y organización respecto a las etapas por las que transita el conocimiento en su gestión, dando paso a lo que se conoce como modelos de gestión del conocimiento. La autora considera necesario el análisis de los modelos para gestionar el conocimiento, pues contribuyen a mejorar el escenario para la reutilización de experiencias.

Modelos de gestión del conocimiento

En la literatura se pudo constatar que son numerosos los modelos propuestos y aplicados mundialmente para gestionar el conocimiento. A continuación se describen aquellos más empleados y referenciados en la literatura y que además ofrecen un aporte sustancial a la solución.

Modelo de Wiig

Este modelo se caracteriza por incluir los procesos de creación, codificación y aplicación del conocimiento para la resolución de problemas utilizando las experiencias prácticas existentes. Define el “léxico del conocimiento” y la “enciclopedia del conocimiento” a través de la identificación de las necesidades del conocimiento. Su principal objetivo es reforzar el uso del conocimiento, describe su contenido, su localización, su distribución y su utilización (Wiig 1993).

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” (Holsapple and Joshi 2002).

Los tres pilares a los que hace referencia el modelo incluyen:

1. Estudio y clasificación del conocimiento.
Análisis del conocimiento y de las actividades relacionadas.
Extracción, codificación y organización del conocimiento.
2. Valoración y evaluación del valor del conocimiento.
Acciones relacionadas con el conocimiento.
3. Síntesis de actividades relacionadas con el conocimiento.
Manejo, utilización y control del conocimiento.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Afianzamiento, distribución y automatización.

El principal aporte del modelo a la investigación radica en el uso del conocimiento y los procesos de creación, codificación y aplicación del conocimiento, donde se especifica el contenido, localización y distribución del mismo. La principal desventaja de este modelo es 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 - explícito y la evolución del conocimiento individual de manera escalonada hasta un conocimiento compartido entre diversas organizaciones (inter-organizacional).

Modelo Nonaka Takeuchi

El modelo de Nonaka-Takeuchi, conocido también como modelo de creación de conocimiento, tiene su fundamento en el supuesto de que el conocimiento humano se crea y expande a través de la interacción social de conocimiento tácito y el explícito, lo cual se considera conversión de conocimiento y es a través de esta conversión social que los conocimientos tácito y explícito se expanden tanto en cantidad como en calidad. Los autores plantean además que dicha conversión es interactiva y en espiral. Ver figura 4 (Nonaka and Takeuchi 1999).



Figura 4: Modelo Nonaka-Takeuchi.

Fuente: (Nonaka and Takeuchi 1999).

Nonaka y Takeuchi proponen cuatro formas de conversión del conocimiento tomando como base las taxonomías del conocimiento tácito y explícito (Nonaka and Takeuchi 1999).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1. Socialización (transformación tácito a tácito): proceso que consiste en compartir experiencias, crear conocimiento tácito tal como los modelos mentales compartidos y las habilidades técnicas. Se realiza a través de la observación, la imitación y la práctica.
2. Exteriorización (transformación tácito a explícito): proceso a través del cual se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos. Este proceso hace explícito el conocimiento y adopta forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos. Se observa típicamente en la creación de conceptos y es resultado del diálogo o la reflexión colectiva.
3. Combinación (transformación explícito a explícito): proceso de sistematización de conceptos con el que se genera un sistema de conocimientos. Se intercambian y combinan conocimientos a través de documentos, juntas, redes computarizadas.
4. Interiorización (transformación explícito a tácito): proceso de conversión del conocimiento explícito en tácito, está muy relacionado con el "aprendiendo-haciendo". Cuando las experiencias son interiorizadas en el conocimiento tácito de los individuos mediante la socialización, la exteriorización y la combinación se vuelven activos muy valiosos. Para que el conocimiento explícito se vuelva tácito, es de gran ayuda que se explique o diagrame en documentos, manuales que ayuden a una mejor comprensión. La documentación ayuda a los individuos a interiorizar lo que han experimentado, enriqueciendo así su conocimiento tácito.

Sin embargo, para que se dé la creación de conocimiento organizacional es necesario que el conocimiento tácito acumulado en el plano individual se socialice con otros miembros de la organización, empezando así una nueva espiral de creación de conocimiento que abarca tanto la dimensión epistemológica como la ontológica. *Ver figura 5* (Nonaka and Takeuchi 1999).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

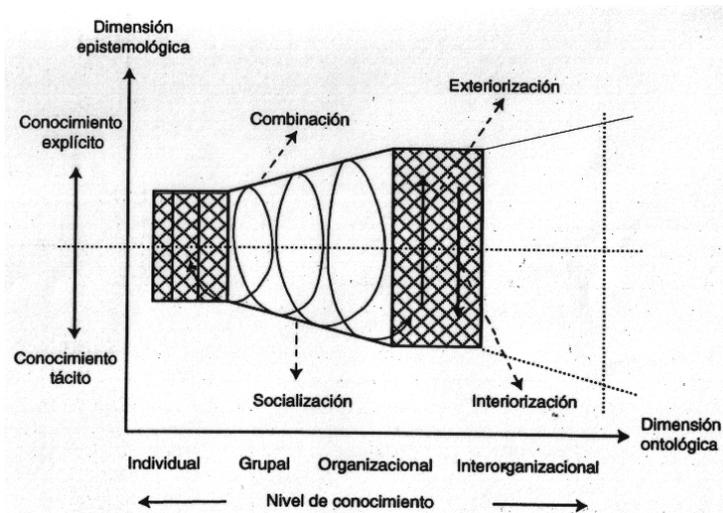


Figura 5: Espiral de creación de conocimiento organizacional.

Fuente: (Nonaka and Takeuchi 1999).

El aspecto primordial de este modelo es la definición de los cuatro procesos de transformación del conocimiento, de los cuales la socialización, combinación y la interiorización han sido tratados por otros autores en: las teorías de procesos grupales y la cultura organizacional (socialización); el procesamiento de información (combinación) y el desarrollo del aprendizaje organizacional (interiorización). Sin embargo, la exteriorización ha sido un tanto ignorada en sentido general y resulta esencial hacer explícito el conocimiento tácito 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, no solo desde una perspectiva epistemológica, sino además desde una dimensión ontológica que refleja la arista evolutiva hacia el tratamiento inter-organizacional del conocimiento. La principal limitación de este modelo es que no profundiza en los mecanismos o técnicas 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 vuelta a los individuos, de modo que ellos puedan usarla para crear valor para los clientes” (Alfaro et al. 2010). *Ver figura 6.*

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

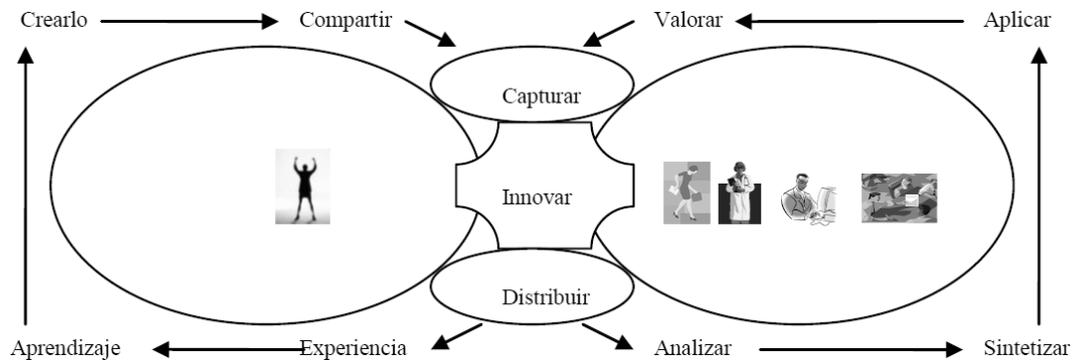


Figura 6: Modelo Andersen.

Fuente: (Alfaro et al. 2010).

Pretende crear una infraestructura organizativa para ganar una sabiduría que favorezca la invención y el aprendizaje desde una perspectiva individual. Tiene la responsabilidad personal de compartir y crear procesos y sistemas que permitan la captura, el análisis y la distribución de las habilidades. Su tarea primordial radica en hacer explícito el conocimiento para la organización. En esencia, Andersen propone que sean implementados dos tipos de sistemas (Alfaro et al. 2010):

- Conocimiento empaquetado: comprende la generalización de buenas prácticas, la utilización de metodologías y herramientas indicadas y la creación de una biblioteca de propuestas e informes.
- Redes de intercambio: abarca la creación de comunidades de práctica (foro virtual) y el ambiente de aprendizaje compartido.

La relevancia del modelo para la investigación radica en el intercambio y retroalimentación del conocimiento individual y organizacional mediante la socialización, contribuyendo a una mejora gradual y continua de la organización en base a las experiencias adquiridas. La principal desventaja de este modelo es 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, síntesis, aplicación, valoración y distribución del conocimiento.

A partir del análisis de los modelos de la gestión del conocimiento la autora considera como elementos a emplear en la propuesta de solución:

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- Considerar las dimensiones epistemológica y ontológica del conocimiento, así como las cuatro formas de transformación del conocimiento del modelo Nonaka-Takeuchi para:
 - la socialización de las experiencias adquiridas de manera individual por una organización para el pronóstico del resultado de otras ante una MPS.
 - la combinación de las experiencias de organizaciones en la MPS para mostrar escenarios de mejora a una organización que desea iniciarse.
 - 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.
- El intercambio y retroalimentación del modelo de Andersen entre el conocimiento individual o personal (orientado a las experiencias de una organización) y organizacional o colectivo (orientado a las experiencias de un conjunto de organizaciones que ha optado por la MPS), estableciéndose un intercambio de las experiencias colectivas de varias organizaciones con las experiencias individuales de una organización y viceversa para pronosticar el éxito en la MPS.
- Los procesos de descripción, localización, distribución y utilización del conocimiento propuestos por Wiig, necesarios para el almacenamiento y aplicación del conocimiento en el pronóstico del éxito de una organización al iniciarse en la MPS.

Las consideraciones anteriores constituyen un aporte sustancial para gestionar el conocimiento resultante de las iniciativas de las organizaciones ante una MPS. Sin embargo actualmente la información que manejan las organizaciones en el desarrollo cotidiano de sus procesos tiende a crecer en desmedida cuantía mientras que la capacidad del hombre para procesar estos volúmenes de información permanece constante. En este sentido 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 gestión del conocimiento, que procesen la información transformándola en conocimiento útil para un pronóstico de éxito certero antes de la inversión en la MPS.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Inteligencia artificial

El término *inteligencia artificial* es oficialmente reconocido en 1956 durante un congreso en Dartmouth (Davenport and Prusak). El matemático John McCarthy, profesor del Instituto de Tecnología de Massachusetts propuso este término para agrupar a todos los métodos, técnicas e intentos de simular el intelecto humano en la computadora (Russell and Norvig 2003).

Russell y Norvig (Russell and Norvig 2003) realizan una valoración del estado del arte de la IA y muestran diversas definiciones del término *inteligencia artificial*, 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. De estas clasificaciones la que más se ajusta al desarrollo de la investigación es **sistemas que piensan como humanos**. De las definiciones de IA emitidas en esta clasificación, se considera como más acertada la de Bellman (Bellman 1978): “La automatización de actividades que asociamos con el pensamiento humano, actividades como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...”. En este contexto ha tomado un auge vertiginoso el desarrollo de sistemas basados en conocimiento (también conocidos por sistemas expertos) que capturan las experiencias en un área del conocimiento y las procesan de manera que simulan el razonamiento y aprendizaje de un experto en dicha área (Peña Ayala 2006). A partir de la bibliografía consultada sobre el tema (Goldberg 1989; Kolodner 1992; Aamodt 1994; Regueiro et al. 1995; Castillo et al. 1998; Russell and Norvig 2003; Peña Ayala 2006; Moya-Rodríguez et al. 2012) la autora pudo constatar que los autores coinciden en que un sistema basado en conocimientos tiene los siguientes componentes:

- Base de conocimientos: contiene el conocimiento necesario para la inferencia. Su forma de representación varía en dependencia del tipo de sistema basado en conocimiento que se implemente, puede ser en forma de hechos, reglas (Castillo et al. 1998). Constituye el acervo de conocimiento especializado del sistema experto (Peña Ayala 2006).
- Motor de inferencia: es el corazón de todo sistema basado en conocimiento y su cometido principal es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos (Castillo et al. 1998). Se encarga de representar los mecanismos de solución identificando y resolviendo el problema, evaluando las alternativas de solución; para ello implementa los criterios de búsqueda necesarios y establece el método de inferencia correspondiente a la solución (Peña Ayala 2006).

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- Interfaz de comunicación con el usuario: es el componente responsable de la comunicación con el usuario y explicar el comportamiento del sistema, siendo capaz de argumentar las razones por las que realiza algún tipo de operación, acción (Peña Ayala 2006) .

Para la implementación de un sistema basado en conocimiento se pueden emplear algunas técnicas de IA que representan el conocimiento de manera que permiten la inferencia a partir de un proceso de reutilización de experiencias aplicando razonamiento o deducción. Entre las técnicas de IA más reconocidas para sistemas basados en conocimiento se encuentran:

- Algoritmos genéticos: “combinan la supervivencia de los más compatibles entre las estructuras de cadenas, con una estructura de información ya aleatoria, intercambiada para construir un algoritmo de búsqueda con algunas de las capacidades de innovación de la búsqueda humana” (Goldberg 1989). Es una variante de búsqueda estocástica en la que los estados sucesores son generados por combinaciones de dos estados padres, más que mediante la modificación de un solo estado. Intervienen procesos basados en la genética natural como la selección natural, el cruzamiento y la mutación (Russell and Norvig 2003).
- Sistemas basados en casos: tienen su base en el razonamiento basado en casos (RBC), el cual consiste en utilizar las experiencias anteriores para comprender y resolver nuevos problemas. Es una manera de razonar haciendo analogías. En un sistema basado en casos, un razonador recuerda una situación anterior similar a la actual y la usa para resolver el nuevo problema. Consta de un ciclo de vida con cuatro fases para el procesamiento del conocimiento: recuperación, reutilización, revisión y retención (Aamodt 1994).
- Redes neuronales artificiales: una red neuronal artificial puede definirse como un “sistema de procesamiento de información compuesto por un gran número de elementos de procesamiento (neuronas), profusamente conectados entre sí a través de canales de comunicación” (Regueiro et al. 1995). Entre las propiedades más abstractas de las redes neuronales se encuentran: capacidad para realizar procesamientos distribuidos, tolerancia y tratamiento de información con ruido y su capacidad de aprender (Russell and Norvig 2003).
- Sistemas basados en probabilidades: en estos sistemas la base de conocimientos está constituida por hechos y sus dependencias probabilísticas y el motor de inferencias opera mediante la evaluación de probabilidades condicionales, lo que hace que el procesamiento sea muy rápido, ya

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

que todas las implicaciones están presentes y solo se determina la probabilidad con que se da una determinada implicación (Castillo et al. 1998).

- Sistemas basados en reglas: “Los lenguajes de programación que son basados en reglas usan o definen una serie de acciones a ser ejecutadas para una situación particular. Una regla es una sentencia de tipo: si - entonces (if - then). El "si" especifica el dato o serie de datos que hace que se aplique la regla, el "entonces" especifica las acciones que deben ser tomadas que hacen que la regla se aplique” (Moya-Rodríguez et al. 2012).

Los algoritmos genéticos no aplican a la situación en cuestión al no ser factible el empleo del factor aleatoriedad para la solución de la investigación. Las redes neuronales a pesar de la fortaleza que representan entre las técnicas IA, tienen su limitación en la dificultad de explicación de los resultados del razonamiento realizado y requiere del entrenamiento de la red para el desempeño de sus funciones básicas. Los sistemas basados en probabilidades no son factibles para todos los dominios, pues se dificulta construir las redes con ayuda de expertos humanos cuando existen carencias de conocimiento, además no son viables para explicar el razonamiento, ya que los métodos y modelos no favorecen que se ofrezcan explicaciones comprensibles (Soria Francis 2010). En el caso de los sistemas basados en reglas, el proceso de extracción del conocimiento resulta muy difícil y se complejiza la perspectiva global de todo el conjunto de reglas a tener en cuenta, incluso pueden entrar en contradicción unas con otras a medida que se modifican y según la dimensión del dominio del conocimiento; además no siempre el pensamiento humano se rige por las reglas de la lógica. Por lo antes descrito, la autora considera relevante para la investigación el desarrollo de sistemas basados en casos, por las potencialidades que brinda para la resolución de un problema mediante la reutilización de experiencias acumuladas en otros casos similares.

Razonamiento basado en casos

Según Kolodner (Kolodner 1992), RBC es una tecnología derivada de la IA que representa el conocimiento como casos que fueron usados para resolver problemas presentados con anterioridad.

El enfoque de RBC se basa en dos principios sobre la naturaleza del mundo. El primer principio es que el mundo es regular: problemas similares tienen soluciones similares. En consecuencia, las soluciones para problemas similares anteriores son un buen punto de partida para la nueva resolución de problemas. El segundo principio es que los tipos de problemas tienden a repetirse. En consecuencia, problemas en el futuro es probable que sean similares a los problemas actuales. En este sentido se cataloga al RBC como

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

una estrategia de razonamiento efectivo pues va enfocado a la reutilización de experiencias reales ya puestas en práctica con anterioridad (Kolodner 1992; Leake 1996; López de Mántaras et al. 2005). El RBC es un paradigma para la resolución de problemas nuevos partiendo del análisis y adaptación de soluciones que fueron dadas a problemas previos, que se encuentran almacenados y organizados en una biblioteca o base de casos.

El RBC cuenta con un caso como unidad mínima, el cual tiene dos componentes: rasgos predictores (descripción del problema) y rasgos objetivos (solución del problema). Un caso es una pieza contextualizada de conocimiento y representa una experiencia que enseña una lección fundamental para el logro de los objetivos del razonador (Kolodner 1993). El procesamiento en los sistemas basados en caso se rige por un ciclo de vida que consta de cuatro fases: recuperación, reutilización, revisión o evaluación y retención o almacenamiento.

Ciclo de vida de un sistema basado en casos

Un sistema basado en casos tiene tres componentes principales: una base de casos (base de conocimientos), un analizador de problemas y un recuperador de casos (ambos forman parte del motor de inferencia) e interfaces de comunicación con el usuario. La base de casos contiene las descripciones de los problemas resueltos previamente. En el estilo de solución de problemas se recupera un caso semejante al nuevo y la solución del problema recuperado se propone como solución potencial del nuevo problema. Esto se deriva de un proceso de adaptación en el cual se adecua la vieja solución a la nueva situación (Kolodner 1992; Kolodner 1993).

Un ciclo de vida RBC está formado esencialmente por las cuatro fases siguientes. *Ver figura 7* (Kolodner 1992):

1. Recuperar el(los) caso(s) más similar(es). Esto es, retomar la experiencia de un problema anterior, que se cree es similar al nuevo.
2. Reutilizar la información y conocimiento del(los) caso(s) más similar(es) recuperados para resolver el nuevo problema. Esto es, copiar o integrar la solución del(los) caso(s) recuperado(s).
3. Revisar y evaluar la solución que se propuso.
4. Retener, almacenar y guardar la nueva solución una vez confirmada o validada. Se almacena la experiencia de manera tal que sea útil para resolver problemas futuros.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

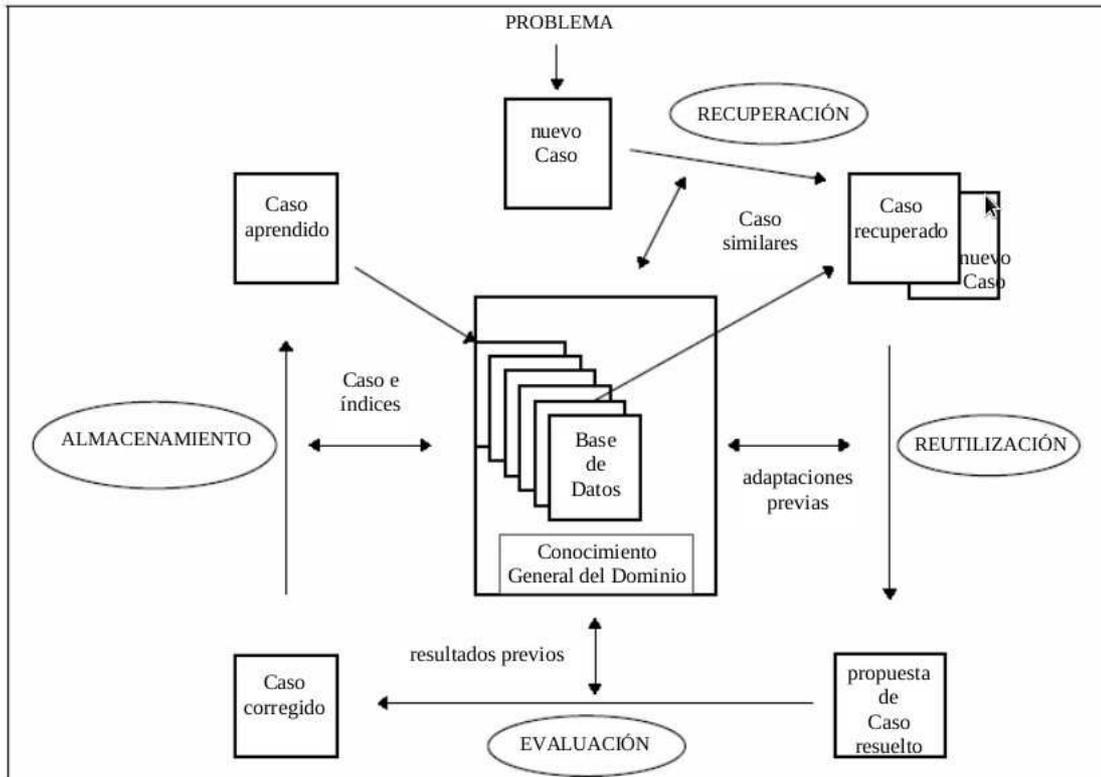


Figura 7: Ciclo básico de un sistema RBC.
Fuente: (Kolodner 1992).

Herramientas y entorno de desarrollo para el Sistema Basado en Casos

Para el desarrollo de la solución a partir de un análisis de entornos y herramientas de desarrollo se determinó conveniente emplear:

- El patrón de arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), el mismo separa la lógica de negocio (el modelo) y la presentación (la vista) logrando un mantenimiento más sencillo de las aplicaciones. El controlador se encarga de aislar al modelo y a la vista de los detalles del protocolo utilizado para las peticiones. El modelo maneja la abstracción de la lógica de datos, para lograr independencia de la vista y las acciones respecto al tipo de gestor de bases de datos empleado (Yii-Framework 2013).
- Herramienta de modelado multiplataforma Visual Paradigm 5.0, ofrece un entorno de creación de diagramas para UML, con soporte para los 13 diagramas de la última versión (UML 2.0). Fue

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

empleado durante el modelado del proceso para pronosticar el éxito en la MPS, así como en el desarrollo del modelo entidad-relación (Visual-Paradigm 2013).

- NetBeans 7.2, entorno de desarrollo integrado de código abierto, permite la creación de aplicaciones web, con los lenguajes de programación Java, C, C++ e incluso lenguajes dinámicos como: PHP, Javascript, Groovy, y Ruby. Presenta facilidades de uso e instalación. Además es multiplataforma (Windows, Linux, Mac OS X y Solaris). Ofrece completamiento automático de código PHP, coloreado de código sintáctico y semántico, permite depurar el código usando Xdebug, genera fragmentos de código para MySQL y presenta Licencia Pública General (GPL) versión 2 (Oracle 2013).
- Programación del lado del cliente:
 - Javascript 1.8, es interpretado y empleado fundamentalmente en páginas web, con una sintaxis semejante a la de Java y C. Es un lenguaje orientado a objetos interpretado por todos los navegadores modernos.
 - Ext JS 4.0.7, es un marco de trabajo o librería construido con Javascript que permite el diseño de interfaces gráficas complejas y dinámicas del lado del cliente, haciendo uso extensivo de Ajax30 (Sencha 2013). Ofrece los componentes necesarios para construir atractivos desarrollos al estilo de Web 2.0 (cuadros de diálogo, menús, tablas editables, capas, paneles, pestañas).
- Programación del lado del servidor:
 - Apache 2.0, es un servidor web HTTP32 de código abierto y multiplataforma que implementa el protocolo HTTP/1.1 y la noción de sitio virtual (Apache 2012). Su usabilidad, robustez y estabilidad le convierten en un servidor web de excelencia.
 - PHP, es un lenguaje multiplataforma interpretado del lado del servidor, diseñado especialmente para desarrollo web. Puede ser embebido dentro de código HTML y posee capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos en la actualidad (PHP-Group 2013).
 - Symfony 2.0.10, es un marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones web escrito en PHP. Fue publicado bajo la licencia de código abierto y hoy es uno de los mejores marcos de trabajo disponibles para el desarrollo en PHP (Symfony 2013), emplea el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- Base de datos:
 - Doctrine 2.0, es un ORM escrito en PHP; proporciona una capa de persistencia para objetos de este lenguaje. Es una capa de abstracción situada justo encima de un sistema gestor de bases de datos (Doctrine 2012).
 - PostgreSQL 9.1, es un sistema potente de bases de datos relacional y de código abierto. Es multiplataforma y tiene una arquitectura de fiabilidad, integridad de datos y exactitud. Cuenta con soporte completo para llaves foráneas, uniones, vistas, disparadores, y procedimientos almacenados (en múltiples lenguajes). Incluye la mayor parte de los tipos de datos de SQL 2008. Es altamente escalable tanto en la enorme cantidad de datos que puede manejar y en el número de usuarios simultáneos que puede acomodar (PostgreSQL 2013).

CONCLUSIONES PARCIALES

A partir del análisis desarrollado en el presente capítulo se concluye:

1. La MPS contribuye a elevar la madurez y capacidad de los procesos que se ejecutan en una organización mediante la introducción de buenas prácticas que mejoran el rendimiento, la utilidad y la efectividad de los mismos de una manera disciplinada. No obstante, requiere de cambios culturales y organizativos, los cuales por lo general son complejos de abordar, conllevan a recomendaciones complicadas y demandan una gran inversión de recursos y tiempo.
2. Entre las dificultades identificadas en la ejecución de la MPS resalta que no se consideran las condiciones que poseen las organizaciones integralmente antes de iniciar la mejora. Por ello se ha concebido el modelo Si.MPS.Cu para valorar las organizaciones previo a la MPS. Este modelo contiene como componente esencial la evaluación del impacto de los FCE que influyen en la MPS mediante la aplicación de un diagnóstico. Sin embargo, aún no se ha logrado establecer la alineación de la evaluación de los FCE con la reutilización de las experiencias obtenidas por las organizaciones a raíz de los resultados que arrojan al iniciarse en la MPS. Esto se refleja en que no se tienen en cuenta las buenas prácticas, lecciones aprendidas y resultados alcanzados por otras organizaciones donde los FCE pudieran comportarse de manera similar debido a la semejanza de sus culturas. Como consecuencia, las organizaciones emplean un mayor número de recursos humanos y financieros, así como mayor tiempo y esfuerzo para iniciarse en la MPS.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3. Para el análisis de la información que se genera de la evaluación de los FCE en las organizaciones se requiere de la aplicación de prácticas de gestión del conocimiento y técnicas de IA que procesen la información, transformándola en conocimiento útil para un pronóstico de éxito certero antes de la inversión en la MPS.
4. De los modelos de gestión del conocimiento analizados constituyen elementos esenciales para el desarrollo de la investigación: los procesos de descripción, localización, distribución y utilización del conocimiento que propone Wiig; las dimensiones epistemológica y ontológica del conocimiento, así como las cuatro formas de transformación del conocimiento del modelo Nonaka-Takeuchi y el proceso de intercambio y retroalimentación entre el conocimiento individual y el organizacional que propone Andersen.
5. Entre las técnicas de IA para sistemas basados en conocimiento, los sistemas de RBC brindan el marco adecuado de reutilización de experiencias para establecer un proceso que, con un sistema informático como soporte tecnológico, pronostique el éxito de una organización ante una MPS. Dicha reutilización brinda además la posibilidad de generar escenarios de mejora, que orienten a la organización acerca de hacia dónde dirigir los esfuerzos en aras de mejorar su condición.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

INTRODUCCIÓN

A partir del estudio realizado en el capítulo 1 se propone un proceso para pronosticar el resultado de las iniciativas MPS. El proceso se sustenta en una base de conocimientos que contiene las experiencias de las organizaciones ante una MPS, almacenadas en forma de casos. El proceso definido cuenta además como soporte tecnológico con un sistema de RBC llamado *Hefexto*, que emplea la base de casos diseñada para recuperar experiencias relevantes en el pronóstico de éxito de una organización.

1. CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFORMACIÓN REFERENTE A LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

De los análisis desarrollados por Trujillo (Trujillo et al. 2012; Trujillo et al. 2013) se identificó que las principales fuentes de información en las investigaciones que abordan los FCE son: la bibliografía, el conocimiento de los expertos y las experiencias de las organizaciones. Para la investigación se consideró importante realizar un análisis de las fuentes de información a partir de las taxonomías del conocimiento para caracterizar el estado actual de la información y proponer escenarios de mejora que eleven el nivel de reutilización de experiencias.

En la tabla 1 se presentan los resultados de la clasificación de las fuentes de información según las taxonomías del conocimiento propuestas por los siguientes autores:

- Nonaka y Takeuchi (Nonaka and Takeuchi 1999): en función de la dimensión epistemológica del conocimiento (tácito y explícito).
- Bollinger y Smith (Bollinger and Smith 2001): en función del contenedor del conocimiento (individual o colectivo).
- Mathiassen y Pedersen (Mathiassen and Pedersen 2005): en función tanto de las cualidades y propiedades del conocimiento como de su contenedor (innato, adherido, codificado, incrustado).

Taxonomías		Bibliografía	Expertos	Organizaciones
Nonaka y Takeuchi		Tácito		X
		Explícito	X	
Bollinger y Smith	Individual	X	X	

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

	Colectivo			X
Mathiassen y Pedersen	Innato	X		
	Adherido		X	
	Codificado			
	Incrustado			X

Tabla 1: Clasificación de las fuentes de información según las taxonomías del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis anterior se identificó en las fuentes de información que abordan los FCE la ausencia de una codificación de la información, lo cual afecta la reutilización de las experiencias adquiridas por las organizaciones frente a los programas de mejora y la existencia de conocimiento tácito que necesita ser transformado a explícito para su empleo. Se identificaron además las siguientes oportunidades:

- Explicitar el conocimiento de los expertos y las experiencias de las organizaciones.
- Codificar el conocimiento presente en la bibliografía (innato), los expertos (adherido) y las organizaciones (incrustado).
- Aplicar técnicas de IA para el procesamiento de la información y su consecuente transformación en conocimiento, que permitan que en la medida que el conocimiento se codifique y se haga explícito, se eleve el nivel de reutilización de experiencias para incrementar la competitividad de las organizaciones.

Teniendo en cuenta las oportunidades anteriores la autora concibió como parte de la solución el modelado de un proceso para el pronóstico de éxito ante una MPS a partir de la reutilización de las experiencias en la mejora. Durante esta concepción se consideró relevante codificar no solo las experiencias orientadas al comportamiento de los FCE en las organizaciones que inician la mejora, sino también la distinción entre los factores según su relevancia. A este impacto o relevancia del FCE se le denomina en la investigación “coeficiente de ponderación”.

2. COEFICIENTES DE PONDERACIÓN PARA LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Para determinar el coeficiente de ponderación se partió del análisis de frecuencia desarrollado por Trujillo (Trujillo et al. 2012) en la actividad de identificación de los FCE. En la investigación el coeficiente de ponderación se denota como K_f . Al analizar en el *anexo # 3*, la frecuencia de aparición de los FCE en el

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

criterio de los expertos para el entorno cubano, se obtienen los valores que se muestran en el *anexo # 4*. Para su cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$(1) \quad K_i = \frac{F_i}{100}$$

Donde:

K_i = coeficiente de ponderación del FCE “*i*”.

F_i = frecuencia de aparición del FCE “*i*” en el criterio de los expertos.

3. PROCESO PARA PRONOSTICAR EL ÉXITO EN LA MPS

El proceso (*ver figura 8*) tiene como objetivo realizar un pronóstico de éxito a las organizaciones de desarrollo de software ante una MPS, basándose en la evaluación de los FCE. El mismo refleja las cuatro fases del ciclo de vida de un sistema de RBC. A continuación se describen las fases que componen el ciclo, así como el proceso para el pronóstico con la descripción de sus actividades, entradas y salidas (*ver figura 8*).

Fases del ciclo básico del sistema RBC para pronosticar el éxito en la MPS

- 1. Recuperación:** se recuperan las experiencias de los casos semejantes al nuevo introducido desde la base de casos, mediante el establecimiento de una comparación por medio de una función de semejanza.
- 2. Reutilización:** se realizan combinaciones entre los rasgos que componen los casos semejantes recuperados y los rasgos del nuevo caso con el objetivo de obtener los posibles escenarios de mejora. Las combinaciones se realizan sobre la base de obtener escenarios de mejoras con la mayor semejanza posible al caso base introducido y al caso semejante recuperado, de manera que la aplicación de la mejora en la organización no implique cambios demasiado bruscos y que la propuesta no se aleje demasiado de una realidad puesta en práctica.
- 3. Revisión:** la organización pone en práctica las acciones necesarias para alcanzar el escenario seleccionado, se inicia en la MPS y especifica el resultado obtenido. Se hace una comparación del resultado pronosticado y el resultado real para almacenarlo y evaluar la eficacia del pronóstico.
- 4. Retención:** se almacena el caso escenario aplicado por la organización y el resultado obtenido como un caso real a ser consultado en futuros pronósticos.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

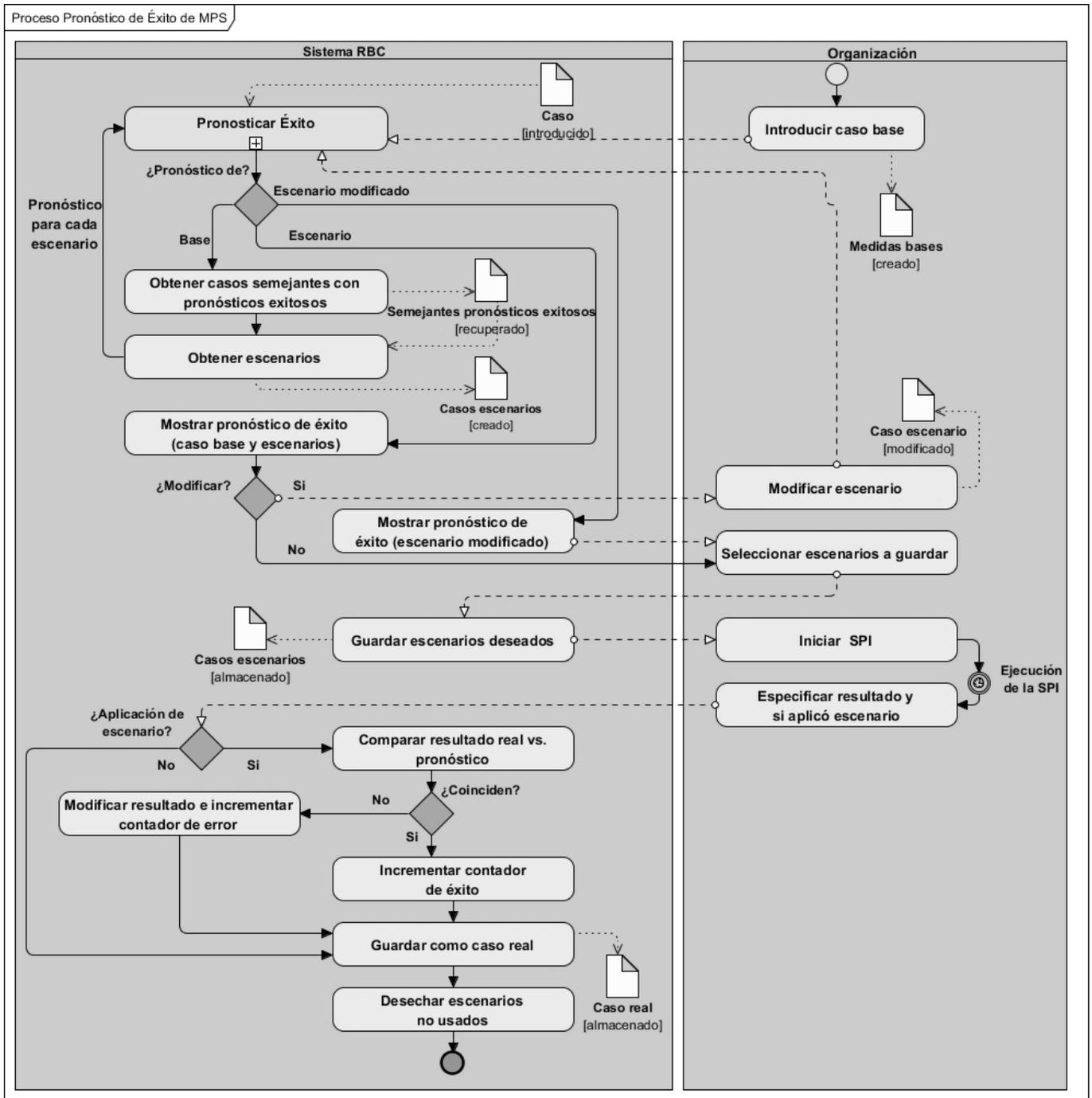


Figura 8: Proceso para pronosticar el éxito en la MPS.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

Descripción del proceso

1. Introducir caso base:

Se introducen los datos (medidas) resultantes del diagnóstico como parte de la aplicación del modelo Si.MPS.Cu.

Fase de recuperación:

Se ejecuta el subproceso *Pronosticar éxito*.

Subproceso Pronosticar éxito:

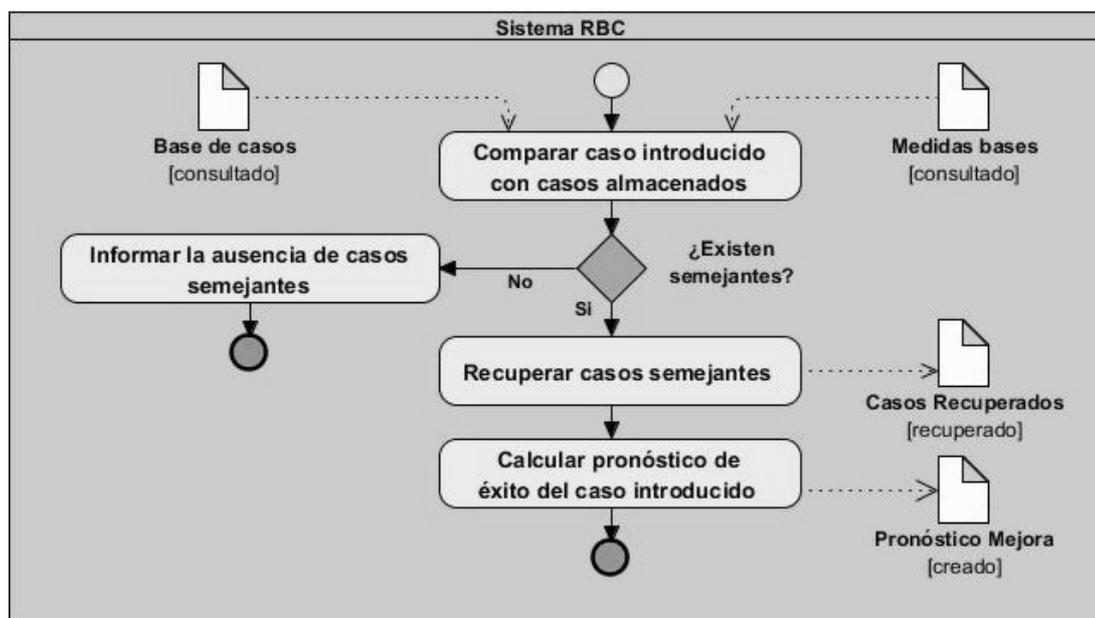


Figura 9: Subproceso Pronosticar éxito.

Fuente: Elaboración propia.

2. Comparar caso introducido con casos almacenados:

El sistema realiza una comparación entre el nuevo caso introducido a pronosticar y los casos almacenados en la base de casos. Para ello se emplea una función de semejanza **S** (Silverman and Jones 1989; Espinosa et al. 2007; Filiberto et al. 2011) que constituye el resultado de la suma de los valores de semejanza existentes para cada rasgo.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

$$(2) S = \frac{\sum_{i=1}^n K_i * \delta(O_i, O_t)}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

Donde:

S: es la función que determina la semejanza entre un nuevo caso (caso base O_0) y un caso almacenado O_t de la base de casos. Puede alcanzar valores entre 0 y 1, siendo 1 el valor óptimo que indica una semejanza total entre los casos O_0 y O_t .

n: es el número de rasgos predictores (medidas).

K_i : es el coeficiente de ponderación del FCE al cual corresponde la medida “ i ” y su valor oscila entre 0 y 1, siendo 1 el valor que implica un mayor impacto o relevancia.

Se determina que un caso O_0 es semejante al caso O_t si el valor de la función **S** $\geq 0,75$.

$\delta_i(O_0, O_t)$: es la función de comparación entre los casos O_0 y O_t atendiendo al rasgo (medida) “ i ”. Se calcula mediante la ecuación:

$$(3) \delta(O_i, O_t) = 1 - \frac{|x_i(O_0) - x_i(O_t)|}{\max_i - \min_i}$$

Donde:

$\delta_i(O_0, O_t)$: es la función de comparación entre los casos O_0 y O_t atendiendo al rasgo (medida) “ i ”. Su valor oscila entre 0 y 1, donde mientras más aproximación exista hacia el valor 1, mayor será la semejanza entre los casos O_0 y O_t para el rasgo o medida “ i ”.

$X_i(O_0)$: es el valor que tiene el rasgo o medida “ i ” en el caso O_0 .

$X_i(O_t)$: es el valor que tiene el rasgo o medida “ i ” en el caso O_t .

\max_i : es el valor máximo que puede alcanzar el rasgo o medida “ i ”.

\min_i : es el valor mínimo que puede alcanzar el rasgo o medida “ i ”.

2.1. Informar la ausencia de casos semejantes:

Si una vez ejecutada la actividad “*Comparar caso introducido con casos almacenados*” no se encuentran casos semejantes, el sistema muestra el mensaje “*No se puede efectuar pronóstico, no existen casos semejantes almacenados*”.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

3. Recuperar casos semejantes:

A partir de los resultados obtenidos en la actividad “*Comparar caso introducido con casos almacenados*”, se recuperan los casos cuyo valor de la función $S \geq 0,75$.

Fase de reutilización:

4. Calcular pronóstico de éxito del caso introducido:

El sistema determina el pronóstico de éxito del caso introducido mediante la ecuación:

$$(4) P_E = \frac{\sum_{i=1}^n C_{se}}{n}$$

Donde:

P_E : es el pronóstico de éxito del caso introducido.

C_{se} : representa los casos semejantes recuperados con un resultado de éxito.

n : constituye el número total de casos semejantes recuperados.

5. Obtener casos semejantes con pronósticos exitosos:

Se obtienen los casos semejantes cuyos pronósticos sean exitosos.

6. Obtener escenarios:

Se generan los posibles escenarios a ser aplicados por la organización para mejorar su pronóstico de éxito a partir de la realización de combinaciones entre los rasgos predictores (medidas) del caso base y los rasgos predictores (medidas) de los casos semejantes exitosos. Las combinaciones se realizan sobre la base de mejorar los rasgos que reflejan problemas en la organización, a partir de las mejoras evidentes en los rasgos de los casos semejantes recuperados.

7. Pronosticar éxito (escenarios):

Se ejecuta el subproceso “*Pronosticar éxito*” para cada uno de los escenarios obtenidos en la actividad anterior.

8. Mostrar pronóstico de éxito (caso base y escenarios):

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

Se muestran los pronósticos de éxito referentes al caso base y a los escenarios obtenidos. Se muestra además el margen de error bajo el cual el sistema determinó el pronóstico. La ecuación para determinar el margen de error se detalla a continuación:

$$(5) \quad M_e = \frac{n(p_{er})}{n(p_{ex}) + n(p_{er})}$$

Donde:

M_e : es el margen de error bajo el cual el sistema determinó el pronóstico.

$n(p_{er})$: es la cantidad de pronósticos erróneos emitidos.

$n(p_{ex})$: es la cantidad de pronósticos exitosos emitidos.

9.1. Modificar escenario:

El usuario de la organización puede realizar modificaciones en caso que lo desee a los valores de los rasgos de algún escenario.

9.2. Pronosticar éxito (escenario modificado):

Si el usuario de la organización modificó los rasgos de algún escenario, se ejecuta el subproceso “Pronosticar éxito” para el escenario modificado.

9.3. Mostrar pronóstico de éxito (escenario modificado):

Se muestra el pronóstico de éxito para el caso escenario modificado.

9. Seleccionar escenarios a guardar:

Una vez brindados los escenarios de mejora, el usuario de la organización selecciona aquellos que considera pueden ser aplicados, para luego de su aplicación, proceder a la evaluación del mismo.

10. Guardar escenarios deseados:

Se guardan los escenarios seleccionados en la actividad anterior para su posterior aplicación y evaluación.

Fase de revisión:

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

11. Iniciar MPS:

La organización se inicia en la MPS, para ello puede o no aplicar alguno de los escenarios guardados.

12. Especificar resultado obtenido y si aplicó o no algún escenario:

Luego de la puesta en práctica de la MPS en la organización, se especifica si se utilizó algún escenario de mejora propuesto y el resultado obtenido a partir de ello.

- 12.1.** En caso que no se haya aplicado un escenario de mejora propuesto se ejecuta la actividad “14. Guardar como caso real”.

13. Comparar resultado real Vs. pronóstico:

Esta actividad se ejecuta cuando el usuario de la organización especifica que aplicó un escenario de los propuestos. El sistema a partir del escenario aplicado por la organización, establece una comparación entre el resultado obtenido y el resultado pronosticado.

13.1. Incrementar contador de éxito:

Si el resultado obtenido coincide con el resultado pronosticado, se incrementa el contador de éxito.

13.2. Modificar resultado e incrementar contador de error:

Si el resultado obtenido no coincide con el resultado pronosticado, se modifica el resultado en el caso pronosticado con el real obtenido y se incrementa el contador de error.

Fase de retención:

14. Guardar como caso real:

Se almacena el caso aplicado por la organización en la base de casos como un caso real a considerar en futuros pronósticos.

15. Desechar escenarios no usados:

Se eliminan los escenarios que la organización no aplicó.

Los valores resultantes del cálculo del pronóstico deben interpretarse al igual que en el modelo Si.MPS.Cu de la siguiente manera, si el valor obtenido durante el cálculo del pronóstico se encuentra:

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

- Por debajo del 60%, es **No adecuado** iniciar la MPS.
- En el intervalo de 60% al 80 %, es **Poco adecuado** pero se permite iniciar la MPS bajo riesgo.
- En el intervalo de 80% al 90%, es **Adecuado** y se permite iniciar la MPS.
- Por encima de 90%, es **Muy adecuado** iniciar la MPS y es el nivel ideal.

Se recomienda que la organización inicie la MPS si se obtienen resultados de Adecuado o Muy Adecuado.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

A continuación se realiza una descripción de la solución propuesta, la cual incluye: la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales, la vista arquitectónica de sistema, el modelado del diseño y la representación de los principales componentes que integran la solución. Como resultado se obtuvo un sistema llamado Hefexto que aplica la técnica RBC para el pronóstico de éxito en la MPS.

Requerimientos funcionales

No.	Requerimiento funcional	Proridad
1	Adicionar indicador	Media
2	Modificar indicador	Media
3	Eliminar indicador	Media
4	Listar indicadores	Media
5	Adicionar factor de éxito	Media
6	Modificar factor de éxito	Media
7	Eliminar factor de éxito	Media
8	Listar factores de éxito	Media
9	Adicionar medida	Media
10	Modificar medida	Media
11	Eliminar medida	Media
12	Listar medidas	Media
13	Adicionar organismo	Alta
14	Modificar organismo	Alta
15	Eliminar organismo	Alta
16	Listar organismos	Alta
17	Adicionar organización	Alta
18	Modificar organización	Alta
19	Eliminar organización	Alta
20	Listar organizaciones	Alta
21	Adicionar caso real	Alta

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

22	Listar casos reales	Alta
23	Adicionar caso base	Alta
24	Listar propuesta de escenarios	Alta
25	Eliminar casos escenarios	Alta
26	Calcular pronóstico de éxito de un caso	Alta
27	Guardar caso escenario como caso real	Alta

Tabla 2: Requerimientos funcionales del software.

Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos no funcionales:

Seguridad:

- Acceso restringido mediante autenticación del usuario.

Eficiencia-Rendimiento:

Los tiempos de respuesta y velocidad de procesamiento de la información deben ser menores de 6 segundos para las actualizaciones y de 16 segundos para las recuperaciones.

Software:

- Sistema operativo: Se requiere Windows XP (o superior) o Linux.
- Servidor de aplicaciones: Se requiere un intérprete de ficheros PHP rápido y con las últimas actualizaciones del lenguaje.
- Servidor de base de datos: Se requiere del gestor de base de datos PostgreSQL (soporta grandes volúmenes de datos, maneja concurrencia y transacciones).
- Cliente: Se requiere el navegador Navegador Chromium Browser (interpreta Javascript).

Portabilidad:

El sistema debe ser multiplataforma.

Hardware:

Requerimientos mínimos para la conexión del cliente:

1. Intel(R) Core(TM) i3-2120 CPU @ 3.30GHz o superior.
2. 2 GB RAM o superior.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

Restricciones del diseño y la implementación:

El producto de software final debe diseñarse sobre una arquitectura MVC. Emplear los estándares establecidos por el framework Symfony. Emplear como lenguaje del lado del servidor, PHP y del lado del cliente Javascript.

Descripción de la arquitectura

Para la implementación de la solución se empleó el patrón MVC el cual está formado por tres componentes esenciales (*ver anexo # 5*):

- El **modelo** representa la información con la que trabaja la aplicación (su lógica de negocio). Integra las clases que contienen las consultas a la base de datos, así como la definición de las tablas, sus relaciones y atributos.
- La **vista** transforma el modelo en una página web que permite al usuario interactuar con ella. Además, determina la interfaz que se muestra finalmente al usuario para su interacción con el sistema.
- El **controlador** se encarga de procesar las interacciones del usuario y realiza los cambios apropiados en el modelo o en la vista. Gestiona todas las peticiones del usuario y les da una respuesta.

A continuación se muestra el diagrama de clases persistentes y el diagrama entidad-relación (*ver figuras 11 y 12*). El diagrama de clases persistentes muestra la asociación entre las clases persistentes para obtener la solución y en el diagrama entidad-relación se representan las entidades, sus atributos, sus relaciones y las restricciones que deben cumplirse sobre los datos. Los diagramas muestran cómo las clases y entidades en colaboración conforman la base de casos para el pronosticar el éxito ante una MPS.

Diagrama de clases persistentes

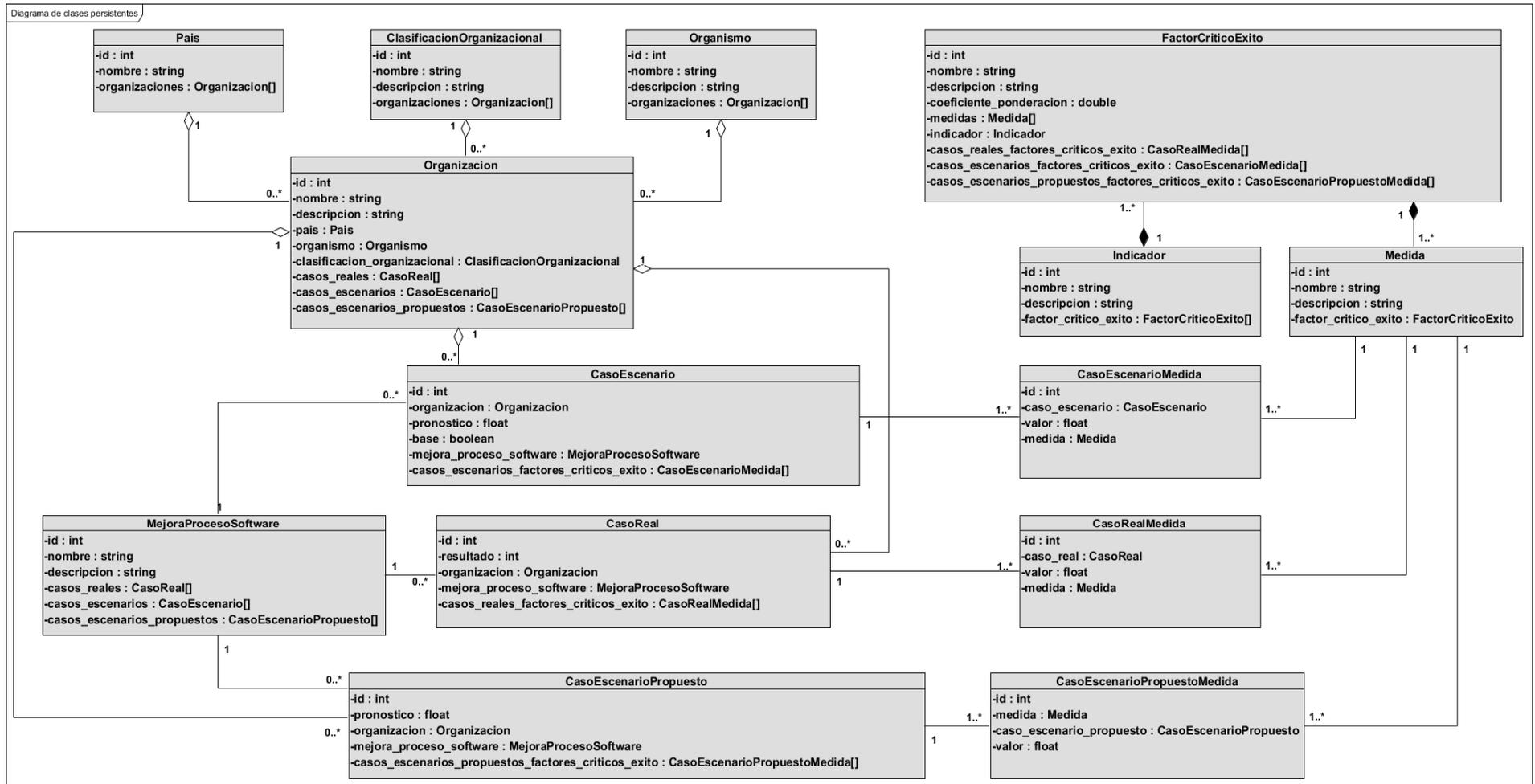


Figura 10: Diagrama de clases persistentes.
Fuente: Elaboración propia.

Diagrama entidad-relación

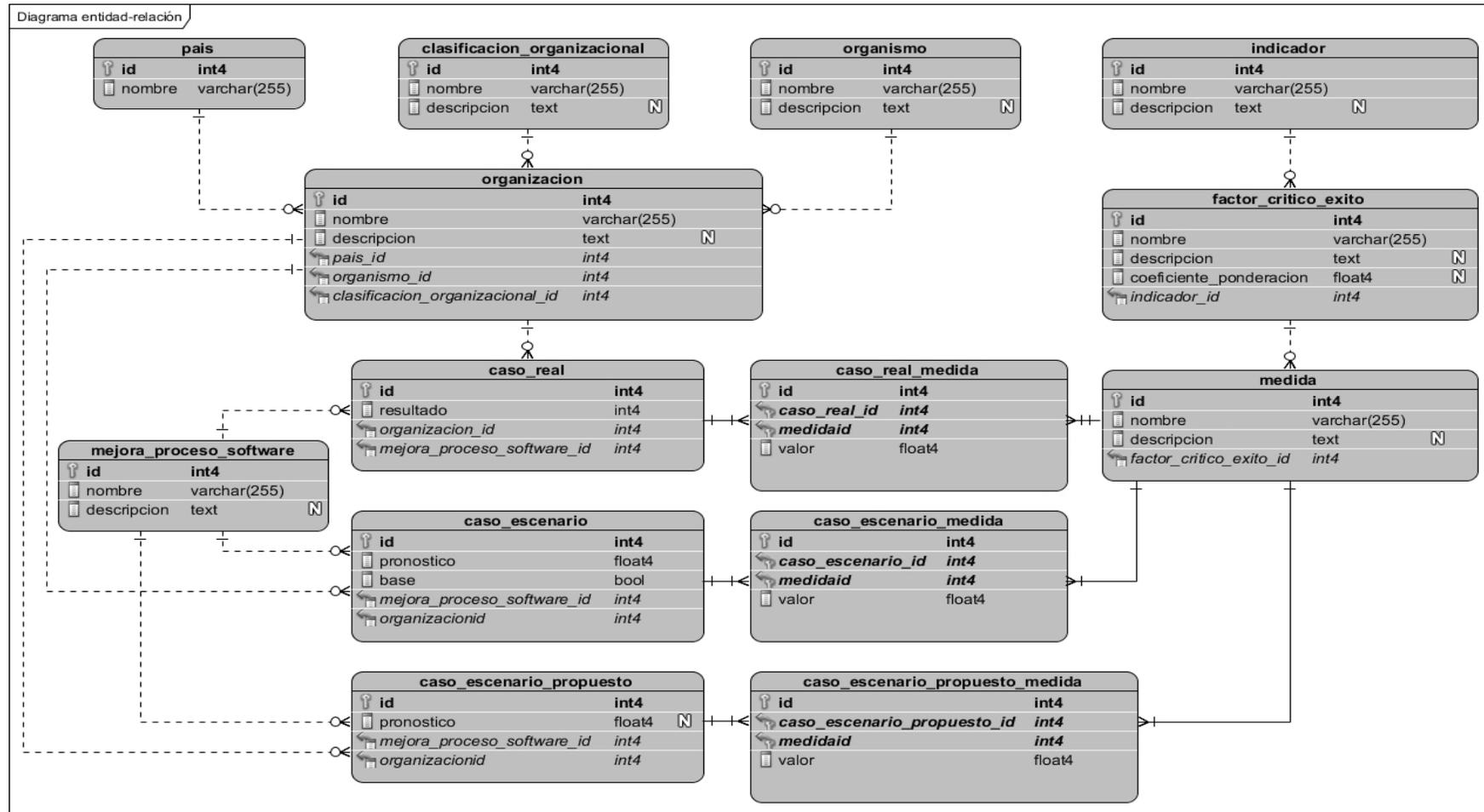


Figura 11: Diagrama entidad- relación.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

Dominios de los rasgos de la base de casos

En el *anexo # 6* se muestra el dominio de los rasgos de la base de casos.

Diagrama de componentes

El diagrama de componentes permite describir los elementos físicos que integran el sistema y las relaciones que existen entre ellos. A continuación se muestra el diagrama de componentes correspondiente a la propuesta de solución.

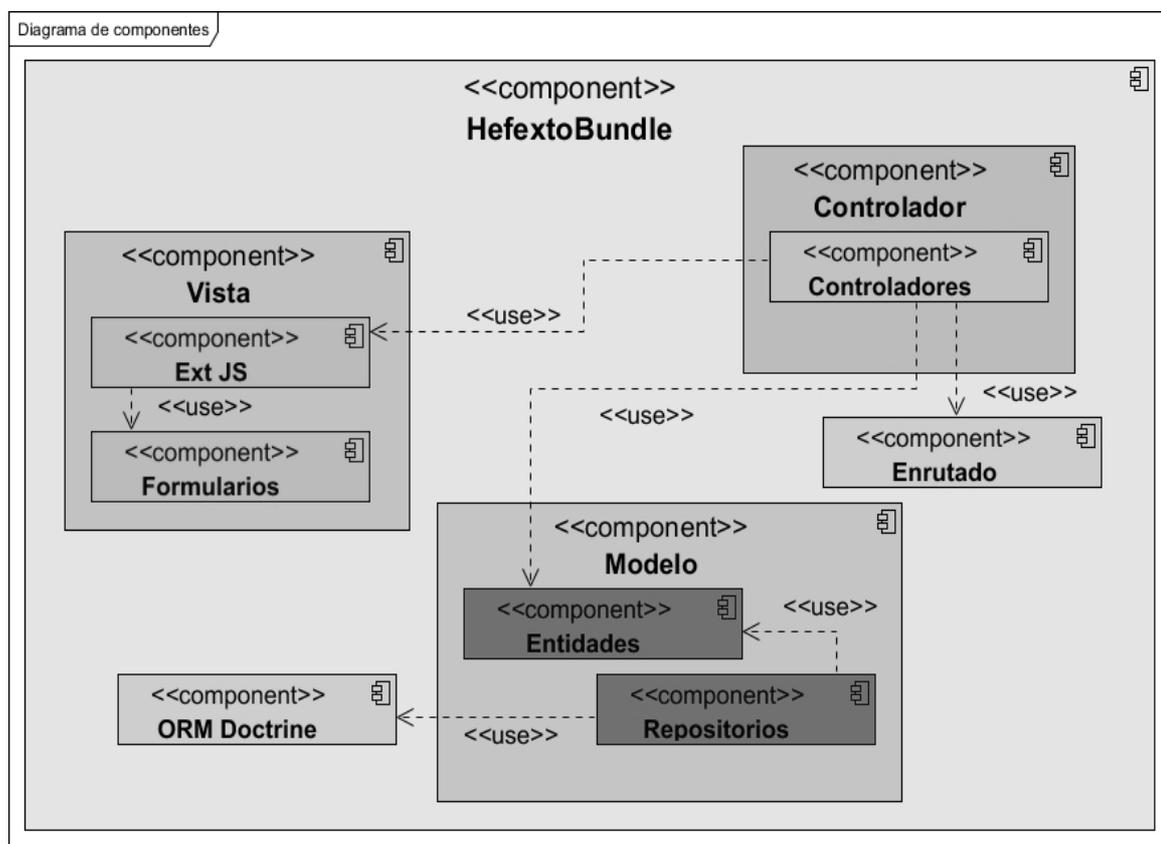


Figura 12: Diagrama de componentes.

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de despliegue

En el diagrama de despliegue se representa la distribución física del sistema en nodos de procesamiento.

Ver figura 13.

CAPÍTULO 2: PRONÓSTICO DE ÉXITO EN LA MPS

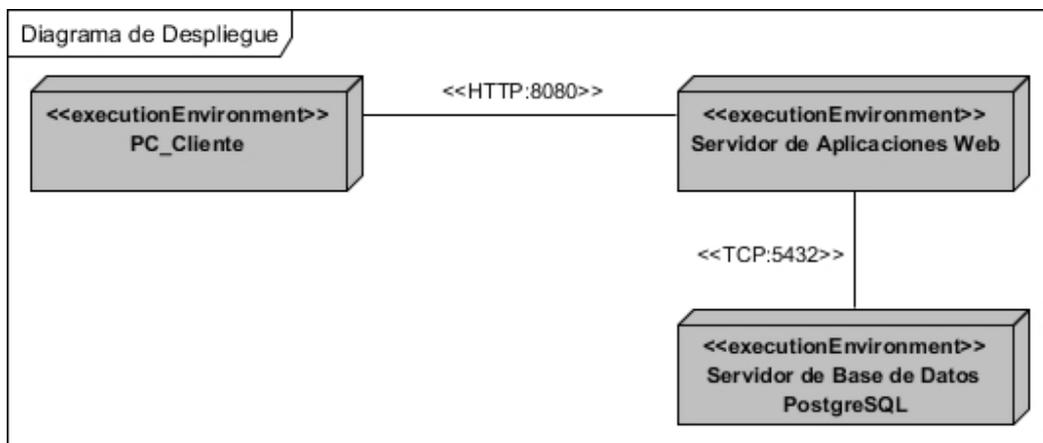


Figura 13: Diagrama de despliegue.

Fuente: Elaboración propia.

En el *anexo # 7* se pueden visualizar algunos de los prototipos de interfaz de usuarios obtenidos como parte del desarrollo del sistema.

CONCLUSIONES PARCIALES

A partir del desarrollo del presente capítulo se concluye que:

1. Del análisis del estado actual de la información referente a los FCE se identificó la ausencia de una codificación de información, que afecta la reutilización de las experiencias adquiridas por las organizaciones frente a la MPS. Se identificó además la necesidad de hacer explícito el conocimiento tácito para su reutilización con vista a incrementar la competitividad de las organizaciones.
2. La distinción de los FCE en base a su relevancia permitió identificar los coeficientes de ponderación, útiles para una identificación más efectiva de la similitud de experiencias en torno a los FCE.
3. El proceso propuesto favorece la reutilización de las experiencias adquiridas en la MPS y su alineación con la valoración de los FCE del modelo Si.MPS. para el pronóstico de éxito previo a la MPS. Tiene su base en el ciclo de vida del RBC con vista a la implementación de su soporte tecnológico. La base de casos diseñada favorece la realización de pronósticos objetivos.
4. El sistema implementado para el pronóstico de éxito en la MPS permite procesar grandes volúmenes de información generados por las organizaciones que se inician en la mejora, así como inferir un conjunto de escenarios que constituyen propuestas de mejoras a considerar para orientar los esfuerzos de las organizaciones.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se presenta el diseño del proceso de validación de la solución y se realiza un análisis de los resultados obtenidos. El proceso de validación de la solución se constituye por: la aplicación del método de expertos Delphi para valorar la contribución del proceso propuesto en la solución del problema, el desarrollo de un estudio de casos y un cuasi-experimento con el objetivo de valorar el funcionamiento del sistema a partir de la reutilización de experiencias y la aplicación de la técnica de ladov para medir el grado de satisfacción del cliente respecto al sistema desarrollado, su utilidad y aplicabilidad en entornos reales. El capítulo concluye con un análisis del impacto económico de la propuesta de solución.

1. PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

El problema de la investigación se caracterizó como un problema de gestión del conocimiento dado por insuficiencias en la reutilización de experiencias. La solución propuesta se centra en la implementación de un proceso que brinde los elementos para establecer pronósticos de éxito de organizaciones en la MPS mediante la reutilización del conocimiento. Para comprobar la hipótesis de la investigación la autora desarrolló la validación del proceso y el sistema Hefexto. En la validación se integran métodos cualitativos, cuantitativos y experimentales como se describen a continuación:

- Criterio de expertos aplicando el método Delphi: para obtener las valoraciones de los expertos sobre la relevancia, pertinencia y coherencia del proceso en la solución del problema de investigación.
- Estudio de casos y cuasi-experimento: para analizar el funcionamiento y rendimiento del sistema a partir de la reutilización de experiencias.
- Aplicación de la técnica de ladov: para medir la satisfacción de los clientes respecto al sistema desarrollado, su utilidad y aplicabilidad en entornos reales.

En la *figura 14* se representan los objetivos, métodos y variables del proceso de validación, los cuales se detallan en el *anexo # 8*. A continuación se explican y analizan los resultados obtenidos durante el proceso de validación.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN



Figura 14: Proceso de validación de la solución.

Fuente: Elaboración propia.

Valoración de la contribución del proceso en la solución del problema de investigación

Para la valoración de la contribución del proceso en la solución del problema de investigación, fue necesario realizar una encuesta para obtener los criterios de los expertos. Para la selección de los expertos y el procesamiento estadístico se aplicó el método Delphi, técnica de pronóstico confiable empleada con el objetivo de garantizar la veracidad de la selección a partir de análisis estadísticos a encuestas aplicadas. Este método permite crear un cuadro integral de los conocimientos que presentan los expertos en un área del conocimiento determinada y la libre expresión de los mismos al regirse por un carácter de anonimato.

Para la selección de los expertos se siguieron los siguientes pasos:

1. Determinar las áreas del conocimiento que deben dominar los expertos:

Los expertos deben dominar las áreas de conocimiento: MPS, gestión del conocimiento e IA.

2. Elaborar el listado de expertos candidatos:

A partir de las áreas del conocimiento que deben dominar los expertos se identifican los candidatos.

3. Obtener el compromiso de participación de los candidatos a expertos:

La muestra del grupo de candidatos a expertos estuvo conformada inicialmente por 20 personas de las cuales 15 acordaron participar en la validación aunque solo 13 respondieron las encuestas.

4. Determinar el coeficiente de experticia:

Para calcular el coeficiente de experticia se aplicó una encuesta de autovaloración (*ver anexo # 9*).

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El coeficiente de experticia (k) se determina por la opinión del encuestado acerca de su nivel de conocimiento en el área de conocimiento que se evalúa, lo cual se refleja en la fórmula siguiente:

$$(6) \quad K = \frac{K_c + K_a}{2}$$

Donde:

K = coeficiente de experticia.

K_c = coeficiente experticia o conocimiento que tiene el experto en el tema.

K_a = coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto.

El resultado del coeficiente K se analiza de la siguiente forma:

Si $0,8 \leq K < 1,0$ el coeficiente de experticia es alto.

Si $0,5 \leq K < 0,8$ el coeficiente de experticia es medio.

Si $K < 0,5$ el coeficiente de experticia es bajo.

A partir de los resultados obtenidos durante la encuesta de autovaloración se determinó que de los 13 encuestados, 8 cumplían la condición de experticia necesaria para la validación del tema, desechándose aquellos que tenían experticia baja en al menos un área de conocimiento y aceptándose los que tuvieron experticia media en una sola área de conocimiento (como máximo) y experticia alta en el resto. En el *anexo # 10* se muestran los resultados de este análisis.

Una vez identificados los expertos se procedió a aplicar la encuesta de validación del proceso (*ver anexo # 11*). Los resultados del procesamiento de las encuestas de validación se muestran en el *anexo # 12*.

En cuanto a la **relevancia** del proceso, el criterio de los expertos para cada uno de los aspectos que se evaluó en el rango de Muy Adecuado y Bastante Adecuado fue: 100% (88,60% y 11,40% respectivamente). A continuación se muestran gráficamente los resultados obtenidos para el aspecto relevancia.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

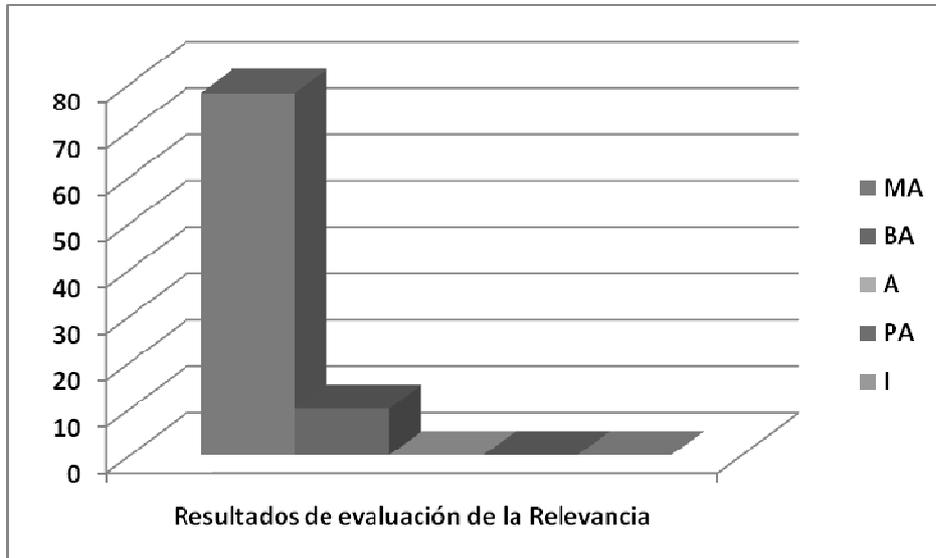


Figura 15: Resultados de evaluación de la Relevancia.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la **pertinencia** del proceso las evaluaciones fueron 100,00% Muy Adecuado. Los resultados obtenidos en la validación de la pertinencia del proceso se muestran a continuación.

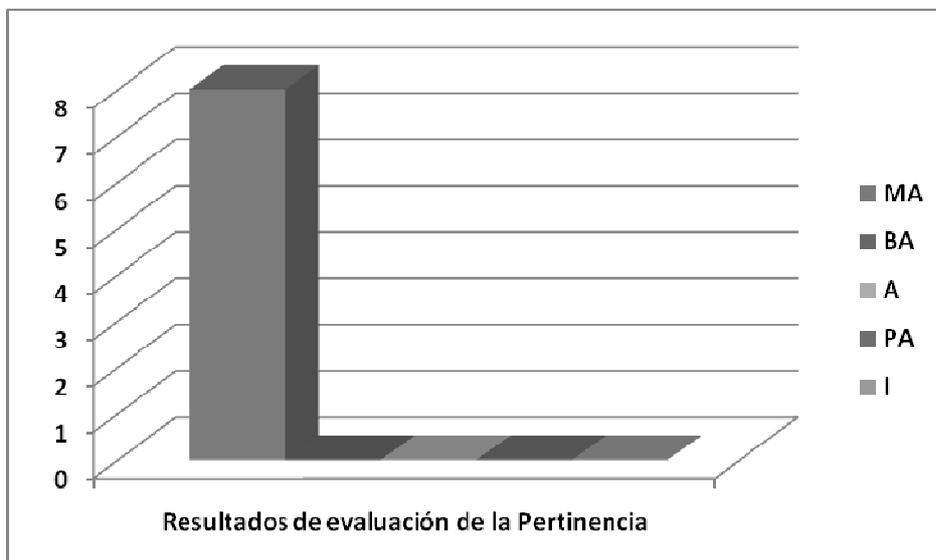


Figura 16: Resultados de evaluación de la Pertinencia.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Respecto a la **coherencia**, las evaluaciones para Muy Adecuado y Bastante Adecuado fueron del 100,00% (87,50% y 12,50% respectivamente). Los resultados obtenidos en la validación de la coherencia del proceso se muestran a continuación.

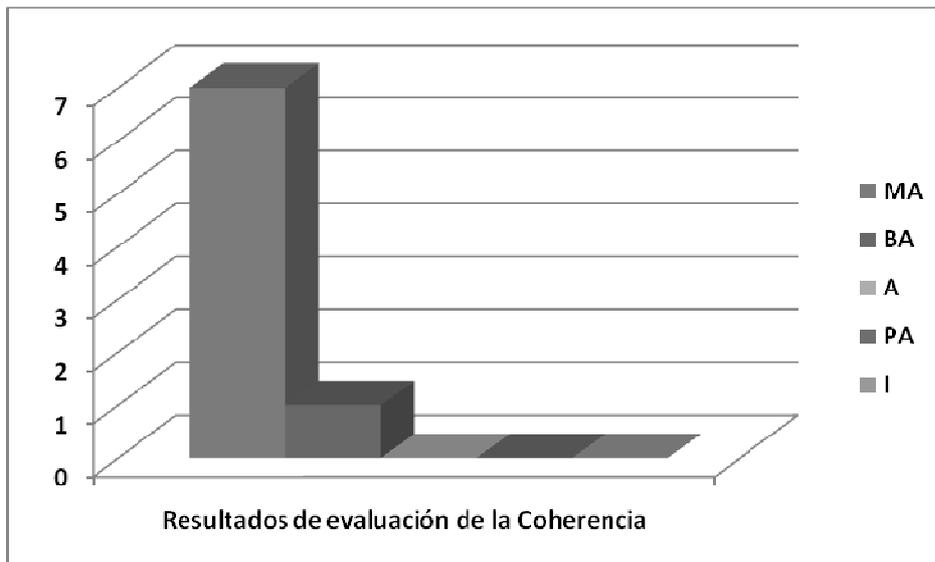


Figura 17: Resultados de evaluación de la Coherencia.

Fuente: Elaboración propia.

Todas las recomendaciones obtenidas como resultado de la pregunta 3 de la encuesta, estuvieron enfocadas al desarrollo de la herramienta que sustente el proceso, lo cual constituye otro resultado de la presente investigación.

Como resultado de la validación del proceso se confirma la contribución del mismo en la solución del problema de investigación. La anterior afirmación se verifica en el nivel de aceptación de los expertos respecto a la reutilización de las experiencias en el proceso con vista a establecer un pronóstico previo a la mejora, pues:

- El 100,00% de los expertos consideró *Muy Adecuado* en el proceso: el almacenamiento de experiencias anteriores, el pronóstico previo a la MPS, la efectividad del proceso para el pronóstico en base a la reutilización de experiencias y su utilidad para disminuir los índices de fracaso en la MPS.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- El 75,00% consideró *Muy Adecuado* el tratamiento de los FCE para valorar la organización, así como la revisión del pronóstico a partir del resultado real que se obtiene y su incorporación como una nueva experiencia adquirida.

Valoración del funcionamiento del sistema a partir de la reutilización de experiencias

Para la valoración del funcionamiento del sistema, se aplicó el método estudio de casos con el objetivo de medir las dimensiones *Funcionalidad* y *Rendimiento* del sistema desarrollado.

Aplicación del estudio de casos:

Se realizó un **estudio de casos**, teniendo en consideración que este método es aplicable en entornos reales y que brinda información valiosa para el análisis de los resultados. Se identificó la necesidad de probar casos con variaciones que permitan visualizar la respuesta del sistema Hefexto ante diversas situaciones:

1. Para ello en un primer paso se generaron 3000 casos reales siguiendo 2 principios intencionados:
 - 1500 casos reales de éxito: fomentando que las medidas cuyos FCE tuviesen un mayor coeficiente de ponderación, alcanzaran valores mayores (entre 0,80 y 1,00).
 - 1500 casos reales de fracaso: fomentando que las medidas cuyos FCE tuviesen un mayor coeficiente de ponderación, alcanzaran valores menores (entre 0,00 y 0,20).

Posteriormente se realizó el ingreso de 5 nuevos casos, cuyos valores de medidas siguiesen también estos principios. En la etapa de recuperación el sistema recuperó para cada uno de ellos 1500 casos semejantes con resultado de éxito, fijando el umbral de la función de semejanza en 0,75; pudiéndose observar que en todos los casos se recuperó el 100% de los casos semejantes insertados como exitosos.

Se ingresaron también 5 nuevos casos cuyos valores de medidas se encontraban en los intervalos fijados para los casos de fracaso, identificándose en la etapa de recuperación 1500 casos semejantes con resultado de fracaso. En esta ocasión el umbral también se fijó en 0,75; obteniéndose como resultado que en los 5 casos insertados bajo las mismas condiciones de fracaso, también se recuperara el 100% de los casos semejantes insertados previamente como fracasos.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Del resultado anterior se interpreta que funcionalmente el sistema cumple con las especificaciones definidas tanto para la identificación de semejanza entre diferentes casos, como para el cálculo del pronóstico de éxito de un nuevo caso.

2. Una vez comprobado el funcionamiento del sistema para la recuperación de las experiencias almacenadas en forma de casos reales, se procedió a verificar que las mismas realmente sirvieran de base para establecer el pronóstico de éxito previo a la mejora. Para la primera situación intencionada el pronóstico de éxito fue 100,00% pues en todos los casos recuperados como semejantes el resultado era exitoso. Para la segunda situación intencionada el pronóstico de éxito fue 0,00% pues en todos los casos recuperados como semejantes el resultado era fracaso.
3. Como tercer paso se identificó la necesidad de comprobar situaciones en que no todos los resultados de los casos semejantes coincidiesen. Para ello se insertaron 1500 casos reales con características similares, intencionando que las medidas cuyos FCE tuviesen un mayor coeficiente de ponderación, alcanzaran valores superiores a la media pero no muy favorables (entre 0,6 y 0,8). De estos casos reales al 50,00% se les asignó el resultado de “éxito” y al otro 50,00% el resultado de “fracaso”.

Luego se insertaron 5 nuevos casos con características similares para efectuar el pronóstico y para cada uno de estos caso introducidos no se recuperó como semejantes la totalidad de los casos reales insertados previamente. Además, de los casos semejantes recuperados, no todos tenían el mismo resultado, variando así los pronósticos de éxito para los casos nuevos introducidos.

Como resultado de la aplicación del tercer paso, se reafirma la interpretación de que funcionalmente el sistema cumple con las especificaciones definidas tanto para la identificación de semejanza entre diferentes casos, como para el cálculo del pronóstico de éxito de un nuevo caso.

En todos casos el tiempo de respuesta del sistema para la recuperación de los casos semejantes fue menor de 4 segundos, comprobándose así la eficiencia del sistema acorde a los requerimientos no funcionales.

4. Por último, se comprobaron las funcionalidades relacionadas con la generación, modificación y almacenamiento de escenarios, a partir de los casos nuevos introducidos.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Como resultado de este último paso se verificó la reutilización de experiencias almacenadas en forma de casos reales para la generación de escenarios de mejora que guíen los esfuerzos de las organizaciones.

En este último paso para los casos de actualizaciones sobre los escenarios, el tiempo de respuesta del sistema fue inferior a los 7 segundos, comprobándose así la eficiencia del sistema acorde a los requerimientos no funcionales.

Aplicación del cuasi-experimento:

Teniendo en cuenta por una parte, que los programas de MPS tardan años y por otra parte que la manifestación del impacto de los FCE no se evidencia en toda su magnitud desde los inicios del programa de la MPS, se consideró emplear un cuasi-experimento. La decisión se tomó a raíz de que el cuasi-experimento constituye adecuado para analizar efectos en un mediano o largo plazo, cuando se tienen bases para suponer que la influencia de la variable independiente sobre la dependiente, como es el caso, tarda en manifestarse.

Para desarrollar el **cuasi-experimento**, se tuvieron en cuenta como entrada para el pronóstico, los datos obtenidos en el diagnóstico aplicado a 14 centros de desarrollo de la UCI en el año 2012. Es válido esclarecer que los datos que se manejan son resultados de un diagnóstico y no un resultado real, por tanto no se manejan en términos de “éxito” o “fracaso”, sino “muy adecuado”, “adecuado”, “poco adecuado” y “no adecuado”. Sin embargo, se consideró oportuno establecer una comparación entre los resultados que se obtienen en el diagnóstico y los resultados del pronóstico que propone el sistema Hefexto.

Para efectuar la valoración del funcionamiento se siguieron los siguientes pasos:

1. Seleccionar aleatoriamente el conjunto de casos resultantes del diagnóstico a almacenar como casos reales:

Se seleccionaron los centros: CENIA, CDAE, CEGEL, CEIGE, CIDI, TLM, CESIM, CEDIN, CESOL, CISED y DATEC.

2. Seleccionar aleatoriamente los casos a tomar como punto de referencia para realizar el pronóstico:

Se seleccionaron los centros: FORTES, GEYSED e ISEC.

3. Someter los casos de referencia al pronóstico propuesto en la solución:

Una vez sometidos los 3 casos al pronóstico el resultado fue:

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- FORTES: 11 casos recuperados como semejantes arrojando un pronóstico 100% fracaso.
- GEYSED: 11 casos recuperados como semejantes arrojando un pronóstico 100% fracaso.
- ISEC: 11 casos recuperados como semejantes arrojando un pronóstico 100% fracaso.

4. Comparar resultados obtenidos en el pronóstico Vs. resultados reflejados en el diagnóstico.

En el diagnóstico realizado a la UCI el resultado obtenido para los tres centros fue “*Poco Adecuado*”, en cuyo caso se sugiere que no se inicie la MPS pues existe una tendencia al fracaso.

En el sistema Hefexto al insertarse los casos reales en el paso 1, se asigna en todos los casos el resultado “*fracaso*”, al comprobarse en el diagnóstico que no se sugiere el inicio en la MPS por ser “*Poco Adecuado*”. Como resultado de la introducción de los tres casos a pronosticar, dada su semejanza respecto a los reales almacenados, el resultado es 100,00% fracaso, en cuyo caso se sugiere también que no se inicie la MPS.

Al comparar los resultados del pronóstico con los resultados arrojados por el diagnóstico, se constató que en los 3 casos coincide el pronóstico de que no se debe iniciar en la MPS por la existencia de una mayor tendencia al fracaso, manifestándose así una correspondencia entre los resultados del diagnóstico y el pronóstico de Hefexto.

A partir del estudio de casos y el cuasi-experimento realizados, se corrobora que el sistema implementado como soporte al proceso para el pronóstico, tiene un efecto positivo y “*Muy Adecuado*” en la reutilización de experiencias previas para el pronóstico de la MPS.

Valoración de la satisfacción del cliente con el sistema desarrollado

Para valorar la satisfacción del cliente respecto a la utilidad y aplicabilidad del sistema en entornos reales, se aplicó la técnica Iadov que permite el estudio del grado de satisfacción del personal involucrado en un proceso objeto de análisis.

Para la selección de los expertos que participaron en esta valoración fungiendo como clientes, se tuvo en consideración que los mismos tuvieran una trayectoria de al menos 5 años de vinculación en su desempeño laboral al área de conocimiento de la MPS, empleándose la *Encuesta de autovaloración de expertos para valorar satisfacción del cliente*, ver anexo # 13. El procesamiento para la selección fue muy similar a la selección de los expertos para la valoración del proceso, solo que en este caso se tuvo además en consideración la experiencia del experto en el área de conocimientos, traducida en años de

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

vinculación laboral a dicha área. Como resultado de la selección se identificaron 10 expertos a participar en la valoración de la satisfacción, siendo en su gran mayoría asesores de calidad de los centros de desarrollo de la UCI y especialistas superiores de la empresa CALISOFT.

La técnica ladov se compone de cinco preguntas claves: tres cerradas y dos abiertas, las cuales se reformulan en la investigación para valorar el grado de satisfacción de los clientes sobre el sistema propuesto Hefexto, para el pronóstico de éxito en la MPS. Una vez establecidas las preguntas se conforma el “cuadro lógico de ladov” y el número resultante de la interrelación de las tres preguntas, indica la posición de los sujetos en la escala de satisfacción. La escala de satisfacción está dada por los criterios (Kuzmina 1970):

1. Clara satisfacción.
2. Más satisfecho que insatisfecho.
3. No definida.
4. Más insatisfecho que satisfecho.
5. Clara insatisfacción.
6. Contradictoria.

A continuación se muestra el cuadro lógico de ladov generado a partir de la encuesta entregada a los expertos (*ver anexo 14* para detalles de la encuesta).

¿El sistema Hefexto permite pronosticar el éxito de una organización al iniciar la MPS acorde a sus necesidades?	¿Considera usted que las organizaciones deben continuar iniciándose en la MPS sin establecerse un pronóstico previo basado en la reutilización de experiencias adquiridas por otras organizaciones?								
	No			No sé			Sí		
	¿Utilizaría usted el sistema propuesto para pronosticar el éxito de las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la MPS basado en las experiencias de las organizaciones?								
Me gusta mucho	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No	Sí	No sé	No
No me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
Me da lo mismo	2	2	3	2	3	3	6	3	6

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

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

Tabla 3: Cuadro lógico de ladov.

Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas abiertas que se formularon fueron:

- ¿Considera útil la posibilidad de pronosticar el estado de la organización para iniciar la mejora de procesos de software a partir de la reutilización de experiencias teniendo en consideración el impacto de los FCE?
- ¿Qué elemento(s) usted adicionaría al sistema que se propone?

Los resultados de la satisfacción individual según las categorías empleadas fueron los siguientes:

Nivel de satisfacción	Cantidad	%
Máxima satisfacción	9	90
Más satisfecho que insatisfecho	1	1
No definida	0	0

Tabla 4: Resultado de aplicación de la técnica ladov.

Fuente: Elaboración propia.

Al procesar las respuestas a las encuestas en el cuadro lógico de ladov, se obtiene un grado de satisfacción grupal de 0,90, lo cual se traduce en una clara satisfacción con el uso del sistema Hefexto para pronosticar el éxito de las organizaciones en la MPS. En el criterio de los expertos respecto a la utilidad del sistema, hubo una concordancia de un 100,00% con la calificación *“Muy Adecuado”*. Respecto a la aplicabilidad del sistema existió una concordancia de un 90,00% con la calificación *“Muy Adecuado”* y el otro 10,00% lo calificó como *“Bastante Adecuado”*.

Entre las valoraciones positivas obtenidas como respuestas a las preguntas abiertas, se recopilaron criterios como los siguientes:

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Los asesores de calidad de los centros destacan la reutilización de experiencias de otros centros u organizaciones para el pronóstico previo a iniciarse en la MPS como un aporte importante, pues logra visualizar el estado previo a partir de situaciones reales.
- Se señala positivamente la facilidad que brinda el sistema Hefexto para la visualización del comportamiento de otras organizaciones ante la MPS, así como la generación de escenarios de mejora que contribuyan a orientar los esfuerzos con vistas a obtener un mejor pronóstico antes de iniciarse en la MPS.
- Los especialistas superiores de CALISOFT consideran muy útil la existencia de un sistema que procese la información referente a los FCE propuestos en el modelo Si.MPS.Cu, para incluir como parte del pronóstico del estado previo a la MPS, los resultados obtenidos por otras organizaciones con comportamientos similares.
- Se subraya como elemento positivo la generalidad del sistema propuesto y su flexibilidad para incorporar nuevos indicadores, FCE y medidas.
- El sistema permite llegar a todos los centros u organizaciones involucrados en la MPS para obtener información importante sobre la factibilidad de iniciarse o no en la MPS.

La aplicación de la técnica de ladov aportó datos significativos respecto al grado de satisfacción de los clientes. Los resultados obtenidos y los criterios emitidos validan la fortaleza de la propuesta, reflejándose una opinión muy positiva respecto a la satisfacción del cliente con el sistema Hefexto, así como la consideración de que la reutilización de experiencias que realiza el mismo para ejecutar el pronóstico, resulta útil y aplicable en entornos reales.

Análisis del impacto económico de la solución

La implantación del proceso y sistema propuestos en la presente investigación, 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 propuesta de solución en los lineamientos (Granma 2011):

Lineamiento 83, “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”

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Lineamiento 131, “Sostener y desarrollar los resultados alcanzados en el campo de la biotecnología, la producción médico-farmacéutica, la industria del software y el proceso de informatización de la sociedad, las ciencias básicas, las ciencias naturales, los estudios y el empleo de las fuentes de energía renovables, las tecnologías sociales y educativas, la transferencia tecnológica industrial, la producción de equipos de tecnología avanzada, la nanotecnología y los servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado”

El proceso que se propone permite que las organizaciones enfrenten la MPS en mejores condiciones y conociendo no solo su estado actual sino un posible ideal para obtener resultados satisfactorios, lo cual es indispensable para alcanzar los más altos estándares de calidad, generando como consecuencia un alto valor agregado en la industria del software. El proceso puede ser aplicado en los centros de desarrollo de software de la UCI, así como extenderse a las organizaciones de la industria cubana del software que presenten interés en iniciar la MPS.

El aporte fundamental desde el panorama económico para las organizaciones que inicien la MPS, está dado por los altos costos de los programas de mejora y el alto índice de fracaso que existe actualmente. Las salidas del proceso se convierten en un criterio para emplear correctamente los presupuestos asociados a la MPS en las organizaciones. De esta manera las organizaciones con condiciones inadecuadas para iniciar la MPS, no invertirían el presupuesto en el programa, sino que pueden ejecutar parte del mismo en una actuación proactiva con los resultados del pronóstico que establecen el proceso y el sistema, hasta tener un escenario favorable para el éxito en la MPS.

Para una mejor visualización de lo antes expresado, se muestran los reportes de costos de algunas organizaciones:

- Costo de la consultoría del programa de MPS ejecutado en la UCI, USD 70000,00.
- Precio de la consultoría que ofrece la empresa MS SPI Solutions la cual incluye el SCAMPI, USD 25000,00.
- Precio de la consultorías que ofrece el ESI Center del Tecnológico de Monterey el cual incluye el SCAMPI, USD 23000,00; cursos relativos al modelo referencia USD 16000,00; Acompañamiento USD 27000,00; Pre SCAMPI USD 8000,00.
- Costo del SCAMPI que ofrece la empresa Procesix, USD 52000,00.
- Costo de la consultoría y el SCAMPI que ofrece la empresa América XXI, USD 83000,00.

CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Con el proceso y el sistema que se proponen, las organizaciones pueden evaluar sus condiciones para iniciar la MPS con sus propios recursos, teniendo el valor agregado de la información que se brinda a partir de la reutilización de las experiencias en torno a los FCE. Además, la información que brinda el proceso permite visualizar escenarios de mejora hacia dónde dirigir los esfuerzos en aras de mejorar las condiciones de las organizaciones para iniciar la MPS.

CONCLUSIONES PARCIALES

Las principales conclusiones que se pueden extraer del presente capítulo son:

1. El proceso y sistema propuestos, fueron validados mediante los criterios recibidos de los expertos sobre la contribución del proceso a la solución del problema, un estudio de casos y un cuasi-experimento que demostraron el efecto positivo del sistema desarrollado para la reutilización de experiencias, así como el alto nivel de satisfacción de los clientes, obtenido de la aplicación de la técnica de ladov.
2. Los resultados que brinda el proceso, favorecen la obtención de la información referente al pronóstico de éxito de las organizaciones previo a la mejora. Para ello se integra a la valoración de la organización, la reutilización de las experiencias almacenadas como aporte significativo para la resolución del problema de investigación. Además se refleja en el criterio de los expertos la coherencia y pertinencia del proceso, consecuente con las exigencias del problema de investigación.
3. El desarrollo del sistema Hefexto permite realizar pronósticos certeros basados en experiencias previas almacenadas. Su funcionamiento se corresponde con los requerimientos planteados y su efecto sobre la reutilización de experiencias para el pronóstico se califica como *“Muy Adecuado”*, lo cual constituye una fortaleza.
4. Los resultados de la aplicación de la técnica de ladov reflejaron un alto nivel de satisfacción por parte del cliente, dejando en evidencia la consideración por los expertos de que el sistema Hefexto contribuye a elevar el nivel de reutilización de experiencias para la obtención de un pronóstico de éxito previo a la MPS.
5. El mayor impacto económico del proceso se fundamenta a raíz de los elevados costos de los programas de mejora y el alto índice de fracaso, jugando un papel esencial el aporte del proceso en proveer la información necesaria para emplear correctamente los presupuestos asociados a la MPS en las organizaciones.

CONCLUSIONES

Como resultados de la presente investigación se tienen:

1. El proceso de diagnóstico de los modelos de referencia para la MPS se centra en identificar el estado de los procesos que realiza la organización y no en caracterizar el estado integral de la misma teniendo en cuenta los FCE, lo cual constituye un elemento importante a considerar en la decisión de iniciar un programa de MPS.
2. El modelo Si.MPS.Cu permite valorar el estado de las organizaciones previo a la MPS, contiene como componente esencial la evaluación del impacto de los FCE que influyen en la MPS mediante la aplicación de un diagnóstico. Sin embargo, se identifica la necesidad de implementar un componente que permita establecer la alineación de la evaluación de los FCE con la reutilización de las experiencias obtenidas por las organizaciones al iniciarse en la MPS.
3. A partir del análisis de la literatura en torno a la gestión del conocimiento, se identificaron en los modelos de esta área del conocimiento, elementos esenciales para la solución del problema de investigación concernientes a: las dimensiones epistemológica y ontológica del conocimiento, las cuatro formas de transformación del conocimiento del modelo Nonaka-Takeuchi y los procesos de intercambio y retroalimentación entre el conocimiento individual y el organizacional. De igual manera en el análisis de las técnicas de IA se identificó que el RBC brinda el marco adecuado para la reutilización de experiencias en el contexto de la investigación.
4. El proceso diseñado como resultado de la investigación, favorece la reutilización de las experiencias adquiridas por las organizaciones al iniciarse en la MPS y su alineación con la valoración de los FCE del modelo Si.MPS.Cu, para el pronóstico de éxito previo a la MPS. La contribución del proceso a la solución del problema de la investigación, fue valorada por los expertos como *“Muy Adecuada”* respecto a relevancia, pertinencia y coherencia.
5. El sistema implementado como soporte tecnológico del proceso, permite valorar a las organizaciones de desarrollo de software mediante un pronóstico de éxito previo a la MPS. Para ello se retroalimenta de experiencias almacenadas en forma de casos, contribuyendo así a la reutilización de las mismas en torno al comportamiento de los FCE. Durante la aplicación de la técnica ladov, se corroboró un alto nivel de satisfacción del cliente respecto a la reutilización de experiencias del sistema, su utilidad y aplicabilidad en entornos reales.

CONCLUSIONES

6. Los resultados de la validación de la solución apoyan que la aplicación del proceso y sistema propuestos, contribuyen a elevar el nivel de reutilización de experiencias con vista a pronosticar el éxito de las organizaciones previo a la MPS, teniéndose una alta satisfacción de los clientes y criterios muy positivos de su aplicabilidad y utilidad en entornos reales.

RECOMENDACIONES

La investigación se dirige a una etapa cualitativamente superior en la cual se propone:

1. Sistematizar la aplicación del proceso en los centros de desarrollo de la UCI.
2. Extender el uso del proceso a otras organizaciones de la industria cubana del software.
3. Incorporar a la base de casos, las experiencias documentadas en la bibliografía como punto de partida para realizar los pronósticos.
4. Incorporar al análisis un coeficiente relacionado con el impacto de los FCE en combinación.

BIBLIOGRAFÍA.

AAMODT, A. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *AI Communications*, 1994, 7(1), 39-59.

ALFARO, G., B. F. ROMERO AND F. G. SANTOYO REVISIÓN EMPÍRICA DE MODELOS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO. *MIMIXEKUA*, Diciembre 2010. 2010, 3.

ALLISON, I. 2010. Organizational Factors Shaping Software Process Improvement in Small-Medium Sized Software Teams: a Multi-Case Analysis. In *Proceedings of the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International Conference on the*, Porto, 29/09/2010-02/10/2010 2010 IEEE Xplore Digital Library, 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 418 - 423

APACHE, S. F. The Apache Software Foundation. 2012, [cited 17/02/ 2013]. Available from Internet:<<http://www.apache.org/licenses/>>.

ASHRAFI, N. The impact of software process improvement on quality: in theory and practice. *Information and Management*, 08/2003 2003, 40(6), 677 - 690.

BABAR, M. A. AND M. NIAZI. Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Analysis of Vietnamese Practitioners' Views. In *Global Software Engineering, 2008. ICGSE 2008. IEEE International Conference on*. 2008, p. 67-76.

BAUER, F. L. 1972. Software Engineering, Information Processing. In *Proceedings of the Software Engineering*, Amsterdam, 1972 1972 North Holland Publishing Co, 530.

BELLMAN, R. E. *Artificial intelligence: can computers think?* Edition ed. San Francisco: Boyd & Fraser Publishing Company, 1978. 146 p. ISBN 0878351493.

BOAS, G. V., A. R. C. DA ROCHA AND M. PECEGUEIRO DO AMARAL 2010. An Approach to Implement Software Process Improvement in Small and Mid Sized Organizations. In *Proceedings of the 2010 Seventh International Conference. Quality of Information and Communications Technology (QUATIC)*, Porto, 29/09/2010-02/10/2010 2010 IEEE Xplore Digital Library, 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 447 - 452

BOEHM, B. W. Software Engineering. *Computers, IEEE Transactions on*, 12/1976 1976, C-25(12), 1226 - 1241.

BOLLINGER, A. S. AND R. D. SMITH Managing organizational knowledge as a strategic asset. *Journal of Knowledge Management*, 2001 2001, 5(1), 8-18.

BIBLIOGRAFÍA

- CALISOFT, C. N. D. C. D. S. Libro del Diagnóstico UCI -2012. In. La Habana: CALISOFT. Centro Nacional de Calidad de Software, 2012, p. 94.
- CARNEGIE-MELLON. Software Engineering Institute. In. Pittsburgh, USA: University Carnegie Mellon. U.S. Department of Defense., 2013, vol. 2013.
- CASTILLO, E., J. M. GUTIÉRREZ AND A. S. HADI *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas*. Edtion ed. Madrid, 1998. ISBN 9788460093954.
- CATTANEO, F., A. FUGGETTA AND D. SCIUTO Pursuing coherence in software process assessment and improvement. *Software Process: Improvement and Practice*, 14/03/2001 2001, 6(1), 3-22.
- CAVALCANTI, A. R. AND K. CHAVES. MPS.BR Lecciones Aprendidas. In SOFTEX. *CDD – 001.6425-001.642* Campinas, Brasil: Sistemas de Bibliotecas de la UNICAMP, 2008, vol. 2013.
- CMMI, I. Published Appraisal Results. CARNEGIE-MELLON, 2011.
- CMMI, I. CMMI Institute. Clearmodel. In. Pittsburgh, USA: Carnegie Mellon, 2013, vol. 2013.
- COMPETISOFT, P. COMPETISOFT. Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica In.: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED (3789) 2008.
- 1era ed. Habana: Diario Granma, 2011.
- CHRISSIS, M. B., M. KONRAD AND S. SHRUM. CMMI. Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. In.: SEI. Carnegie Mellon University, 2009.
- DAVENPORT, T. H. AND L. PRUSAK *Conocimiento en acción: cómo las organizaciones manejan lo que saben*. Edtion ed.: Pearson Educación, 2001. ISBN 9789879460290.
- DOCTRINE. Object Relational Mapper. 2012, [cited 07/12/ 2012]. Available from Internet:<<http://www.doctrine-project.org/projects/orm.html>>.
- DOUNOS, P. AND G. BOHORIS 2010. Factors for the Design of CMMI-based Software Process Improvement Initiatives. In *Proceedings of the Informatics (PCI), 2010 14th Panhellenic Conference on Tripoli 10-12/09/2010* 2010 IEEE Xplorer Digital Library, 43 - 47.
- DUTTA, S. AND A. DE MEYER Knowledge Management at Arthur Andersen. Building Assets en Rela Time ans in Virtual Space. INSEAD: Fontainebleau, 1997.

BIBLIOGRAFÍA

ESPINOSA, M. L., S. MARTÍNEZ, N., Z. G. VALDIVIA AND R. BELLO PEREZ. Concept Maps Combined with Case-Based Reasoning in Order to Elaborate Intelligent Teaching/Learning Systems. In *Intelligent Systems Design and Applications, 2007. ISDA 2007. Seventh International Conference on. 2007*, p. 205-210.

FILIBERTO, Y., R. BELLO, Y. CABALLERO AND R. LARRUA Una medida de la teoría de los conjuntos aproximados para sistemas de decisión con rasgos de dominio continuo. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 2011, 141-152.

FORRADELLAS, P., G. PANTALEO AND J. ROGERS. El modelo CMM/CMMI - Cómo garantizar el éxito del proceso de mejoras en las organizaciones, superando los conflictos y tensiones generados por su implementación. In. Universidad CAECE, Av. de Mayo 866: Capítulo Argentino de la IEEE COMPUTER SOCIETY e it-Mentor, 2005, p. 21.

GOLDBERG, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning* Edtion ed. Boston, E.E.U.U: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA ©1989 1989. 412 p. ISBN 0201157675.

GRANMA. Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. In *Granma*. La Habana: VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, 2011.

HOLSAPPLE, C. W. AND K. D. JOSHI. Comprensión de soluciones de la gestión del conocimiento evolución de los modelos de GC en la teoría y en la práctica. In S. BARNES ed. *Sistemas de gestión del conocimiento : teoría y práctica*. España: Thomson-Paraninfo, 2002, p. 269-291.

HUMPHREY, W. S. *A Discipline for Software Engineering*. Edtion ed. Inc. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA ©1995 1995. 816 p. ISBN 0201546108

IEEE. 610-1990 - IEEE Standard Computer Dictionary: Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. In. IEEE Xplore Digital Library: IEEE Computer Society, 1990.

IEEE. 1016.1-1993 - IEEE Guide to Software Design Descriptions. In. IEEE Xplore Digital Library: IEEE Computer Society, 1993.

ISO. ISO. International Organization for Standardization. ISO, 1997.

ISO. ISO/IEC 2382-4:1999. Information technology - Vocabulary - Part 4: Organization of data. In.: ISO, 1999.

ISO. ISO 9001:2000. Quality management systems - Requirements. In.: ISO, 2000.

BIBLIOGRAFÍA

ISO. ISO/IEC 15504-1:2004. Information technology. In.: ISO, 2004.

ISO. ISO 9000: 2005. Quality management systems. In.: ISO, 2005a.

ISO. ISO/IEC 25000:2005. Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). In.: ISO, 2005b.

KOLODNER, J. *Case-based reasoning*. Edtion ed.: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993. 668 p. ISBN 1-55860-237-2.

KOLODNER, J. L. An introduction to case-based reasoning. *Artificial Intelligence Review*, 1992/03/01 1992, 6(1), 3-34.

KUZMINA, N. V. *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica*. In.: Leningrado, 1970.

LAPORTE, C. Y. AND S. TRUDEL Addressing the people issues of process improvement activities at Oerlikon Aerospace. *Software Process: Improvement and Practice*, 12/1998 1998, 4(4), 187-198.

LEAKE, D. B. *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons and Future Directions*. Edtion ed.: MIT Press, 1996. 525 p. ISBN 026262110X.

LÓPEZ DE MÁNTARAS, R., D. MCSHERRY, D. BRIDGE, D. LEAKE, et al. Retrieval, reuse, revision, and retention in case-based reasoning. *The Knowledge Engineering Review*, 2005, 1(2).

MATHIASSEN, L. AND K. PEDERSEN. The Dynamics of Knowledge in Systems Development Practice. In *System Sciences, 2005. HICSS '05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on*. 2005, p. 233a-233a.

MATHIASSEN, L. AND P. POUYA Managing knowledge in a software organization. *Journal of Knowledge Management*, 2003, 7(2).

MATURRO, G. *Modelo para la gestión del conocimiento y la experiencia integrada a las prácticas y procesos de desarrollo software*. Universidad Politécnica de Madrid, 2010.

MOITRA, D. Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach. *Software Process: Improvement and Practice*, 12/1998 1998, 4(4), 199-207.

MONTONI, M. A. AND A. R. ROCHA. Applying Grounded Theory to Understand Software Process Improvement Implementation. In *Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International Conference on the*. IEEE Xplore Digital Library, 2010, p. 25-34.

BIBLIOGRAFÍA

MOYA-RODRÍGUEZ, J. L., A. M. BECERRA-FERREIRO AND C. A. CHAGOYÉN-MÉNDEZ Utilización de Sistemas Basados en Reglas y en Casos para diseñar transmisiones por tornillo sinfín. *Ingeniería Mecánica*, 2012, 15(1), 1-9.

MÜLLER, S. D., L. MATHIASSEN AND H. H. BALSHØJ Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature. *Journal of Systems and Software*, 2010, 83(11), 2128-2146.

NGWENYAMA, O. K. Competing values in software process improvement: an assumption analysis of CMM from an organizational culture perspective. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 02/2003 2003, 50(1), 100 - 112

NIAZI, M., M. A. BABAR AND J. M. VERNER Software Process Improvement barriers: A cross-cultural comparison. *Information and Software Technology*, 2010, 52(11), 1204-1216.

NONAKA, I. AND H. TAKEUCHI *La Organización creadora de Conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación*. Edtion ed. México: Oxford University Pres, 1999. ISBN 970-613-454-9.

NYCE, S. C. NMX-I-059-NYCE (MoProSoft) In.: Normalización y Certificación Electrónica S.C. (NYCE), 1994, vol. 2013.

ORACLE, C. NetBeans IDE Features. 2013, [cited 14/05/ 2013]. Available from Internet:<<https://netbeans.org/features/index.html>>.

OXFORD. Oxford Dictionaries. In *Oxford Dictionaries*. Oxford University Press, 2013.

PEÑA AYALA, A. *Sistemas basados en Conocimiento: Una Base para su Concepción y Desarrollo* Edtion ed. México: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 2006. ISBN 970-94797-4-1.

PHP-GROUP. PHP. 2013, [cited 20/04/ 2013]. Available from Internet:<<http://www.php.net/>>.

PINO, F. J., F. GARCÍA AND P. M. Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Journal*, 2008, 16(2), 237–261.

PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). In.: Project Management Institute, Inc., 2013a, vol. 2013.

PMI. PMI. Project Management Institute. In.: Project Management Institute, Inc., 2013b, vol. 2013.

POSTGRESQL. PostgreSQL. 2013, [cited 22/02/ 2013]. Available from Internet:<<http://www.postgresql.org/about>>.

BIBLIOGRAFÍA

- PRESSMAN, R. S. *Software Engineering. A Practitioner's Approach*. Edtion ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2010. 870 p. Translation of: Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico. ISBN 978-0-07-337597-.
- REGUEIRO, C. V., S. BARRO, E. SÁNCHEZ AND M. FERNÁNDEZ-DELGADO. Modelos básicos de Redes Neuronales Artificiales. In *Computación neuronal*. Santiago de Compostela - España: Servicio Public.Univ.Santiago, Santiago de Compostela, 1995, p. 181-218.
- RODRÍGUEZ, G. D. Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica. *Educar*, 2006, 37, 25-39.
- RUSSELL, S. AND P. NORVIG *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Edtion ed.: Pearson Education, Inc., 2003. 1112 p. ISBN 0-13-790395-2.
- SALAZAR, C. J. M. AND A. X. ZARANDONA Valoración crítica de los modelos de gestión del conocimiento. Empresa global y mercados locales: XXI Congreso Anual AEDEM, 2007, 2.
- SANTOS, G., M. KALINOWSKI, A. R. ROCHA, G. H. TRAVASSOS, et al. MPS.BR: A Tale of Software Process Improvement and Performance Results in the Brazilian Software Industry. In *Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2010 Seventh International Conference on the*. 2010, p. 412-417.
- SENCHA. Sencha Ext JS JavaScript Framework for Rich Desktop Apps. 2013, [cited 11/03/ 2013]. Available from Internet:<<http://www.sencha.com/products/extjs>>.
- SILVERMAN, B. W. AND M. C. JONES E. Fix and J.L. Hodges (1951): An Important Contribution to Nonparametric Discriminant Analysis and Density Estimation: Commentary on Fix and Hodges (1951). *International Statistical Review*, Diciembre 1989 1989, 57(3), 233-238.
- SINERTIC. ESI Center. In.: ESICENTER SINERTIC ANDINO, 2011, vol. 2013.
- SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. Edtion ed.: Addison-Wesley, 2007. 840 p. ISBN 9780321313799.
- SORIA FRANCIS, S. Modelo para diseñar Mapas Conceptuales Inteligentes utilizando el Razonamiento Basado en Casos. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.
- STANDISH-GROUP. Chaos Manifesto 2011. 2011.
- STELZER, D. AND W. MELLIS. Success Factors of Organizational Change in Software Process Improvement. In *SOFTWARE PROCESS-IMPROVEMENT AND PRACTICE*. Citeseer, 1999.

BIBLIOGRAFÍA

- SYMFONY. About Symfony. 2013, [cited 03/02 2012]. Available from Internet:<<http://symfony.com/about>>.
- TRUJILLO, Y., A. FEBLES, G. LEÓN, Y. BETANCOURT, et al. MODELO PARA VALORAR LAS ORGANIZACIONES PREVIO A LA MEJORA DE PROCESO DE SOFTWARE. In *VI Taller de Calidad en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. La Habana: Informática 2013, 2013, p. 10.
- TRUJILLO, Y., A. FEBLES, G. LEÓN, Y. BETANCOURT, et al. VARIABLES PARA VALORAR UNA ORGANIZACIÓN AL INICIAR LA MEJORA DE PROCESO DE SOFTWARE. 16 CONVENCION CIENTÍFICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA-CUJAE, 26-30/11/2012 2012, 13.
- UCI. Programa de Mejora. Procesos y Guías. In.: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.
- VISUAL-PARADIGM. Visual Paradigm for UML 8.0 Released. 2013. Available from Internet:<<http://www.visual-paradigm.com/aboutus/newsreleases/vpuml80.jsp>>.
- WIIG, K. M. *Knowledge Management Foundations : Thinking about Thinking : How People and Organizations Create, Represent and Use Knowledge / K.M. Wiig*. Edtion ed. Arlington, EUA: Arlington, EUA : Schema, 1993. 471 p. ISBN 978-0963892508.
- YII-FRAMEWORK. Best MVC Practices. 2013, [cited 23/Abril/ 2013]. Available from Internet:<<http://www.yiiframework.com/doc/guide/1.1/en/basics.best-practices>>.
- ZAHARAN, S. *Software Process Improvement: Practical Guidelines for Business Success*. Edtion ed.: ADDISON WESLEY Publishing Company Incorporated, 1998. 447 p. ISBN 978-0201177824.

ANEXOS.**ANEXO # 1: Indicadores – FCE – Medidas**

Indicadores	Factores críticos de éxito	Medidas
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 Autorrenovación
	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
		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 tiempo		
Disponibilidad de infraestructura		
Comunicación		Participación
		Información
		Comunicación
Funcionamiento		Perspectivas de la organización
		Eficiencia
		Eficacia
		Estabilidad interna de la organización
	Trabajo en Equipo	

Tabla 5: Indicadores-FCE-Medidas.**Fuente: Elaboración propia.**

ANEXO # 2: Modelo Si.MPS.Cu

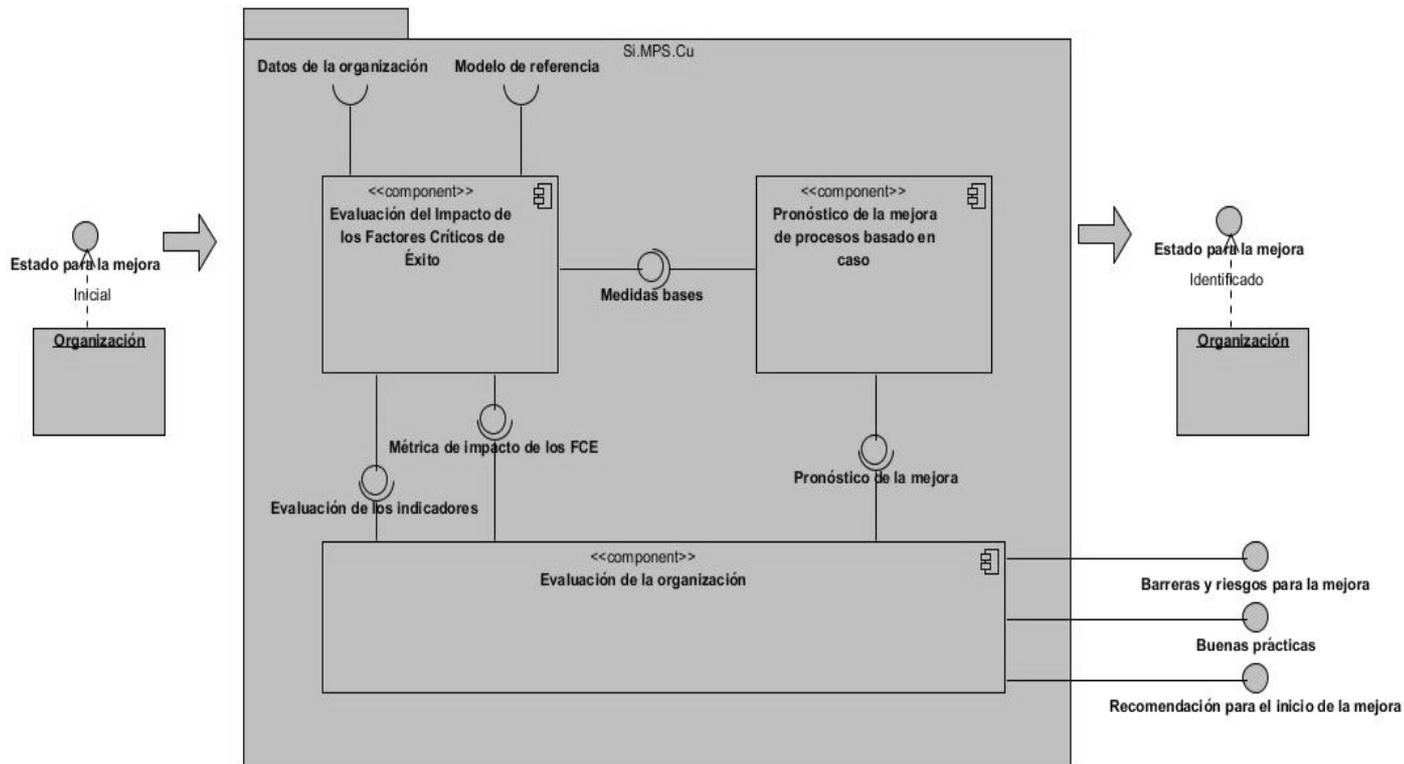


Figura 18: Arquitectura del Modelo Si.MPS.Cu.

Fuente: (Trujillo et al. 2013).

ANEXOS

ANEXO # 3: Frecuencia de los FCE en el criterio de los expertos

Medidas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	%
Apoyo de la alta gerencia	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	86,67
Compromiso de la alta gerencia	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	86,66
Disponibilidad de recursos	x	x	x		x	x		x		x	x	x		x		66,66
Formación del personal		x		x	x		x	x	x			x	x	x	x	66,66
Experiencia del personal	x		x	x	x		x		x	x	x	x		x		66,66
Establecimiento y dominio de los objetivos	x		x		x				x	x		x	x			46,66
Gestión de cambio		x			x	x			x	x	x	x		x		53,33
Motivación del personal					x	x				x	x	x	x	x	x	53,33
Compromiso del personal	x	x	x							x	x		x	x	x	53,33
Colaboración							x	x		x	x			x	x	40,00
Conciencia de los beneficios	x		x						x	x	x				x	40,00
Comunicación	x	x		x	x			x	x	x		x	x	x	x	73,33
Enfoque a procesos	x			x	x				x	x		x	x			46,66
Cultura del trabajo en equipo			x	x	x			x	x	x	x					46,66
Enfoque a la mejora continua	x								x	x	x	x	x			40,00

ANEXOS

Estabilidad interna de la organización	x	x			x	x	x	x	x							46,66
Herramientas de apoyo a los procesos				x	x				x	x	x				x	40,00
Adecuación de los procesos								x	x		x	x	x			33,33

Tabla 6: Frecuencia de los FCE según criterio de expertos.

Fuente: (Trujillo et al. 2012).

ANEXO # 4: Coeficiente de ponderación de los FCE

Factores críticos de éxito	Frecuencia	Coeficiente de ponderación
Apoyo de la alta gerencia	100,00	1,00
Relaciones Interpersonales	73,33	0,73
Formación del personal	80,00	0,80
Experiencia del personal	80,00	0,80
Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración	73,33	0,73
Motivación y compromiso del personal	73,33	0,73
Orientación estratégica	86,67	0,86
Administración estratégica	86,67	0,86
Disponibilidad de recursos	100,00	1,00
Atención al capital humano	73,33	0,73
Comunicación	73,33	0,73
Funcionamiento	93,33	0,93

Tabla 7: Coeficiente de ponderación de los FCE.**Fuente: Elaboración propia.**

ANEXO # 5: Diseño arquitectónico del sistema RBC para el pronóstico de éxito en la MPS

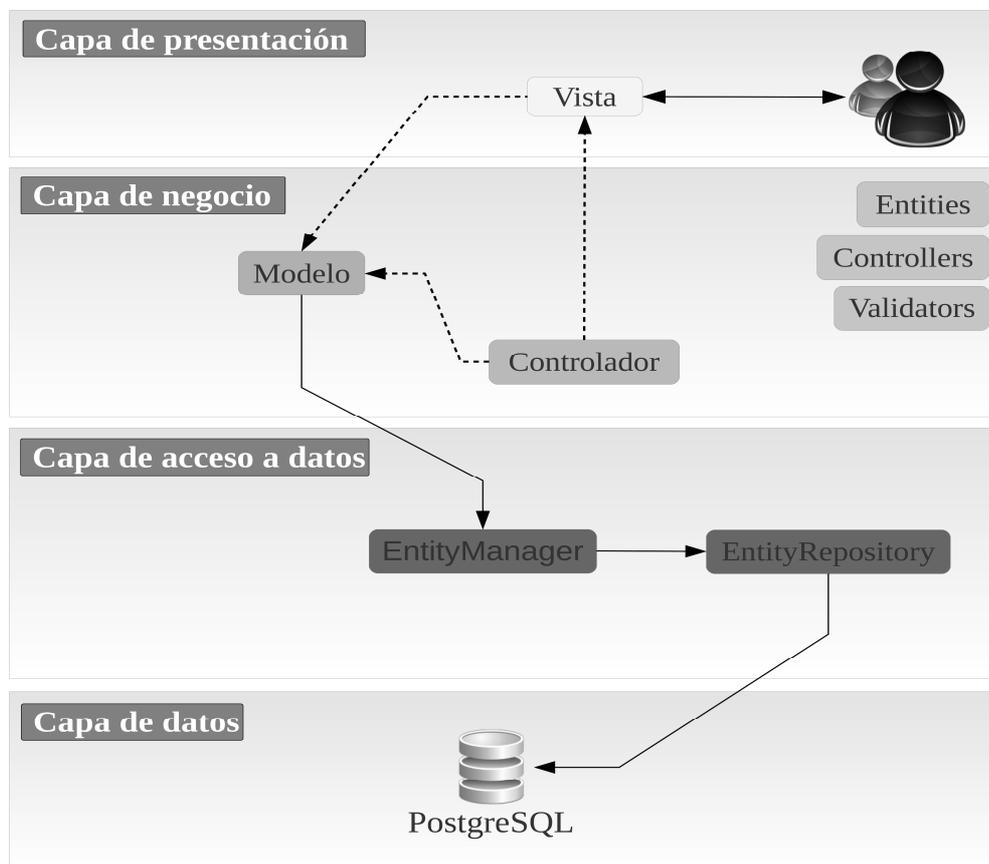


Figura 19: Diseño arquitectónico aplicando MVC.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO # 6: Dominios de los rasgos de la base de casos

Rasgo	Descripción del rasgo	Dominio	Multiselección
Clasificación organizacional	Clasificación que posee la organización	Pequeña empresa, mediana empresa, gran empresa	No
Resultado	Resultado obtenido por la organización en MPS	éxito, fracaso	No
Mejora de procesos de software	Mejora de procesos que desea iniciar la organización	CMMI DEV Nivel 2, CMMI DEV Nivel 3, CMMI DEV Nivel 4, CMMI DEV Nivel 5, ISO 9001, ISO/IEC 15504 (MPSCE)	No
Colaboración-competencia	Relaciones establecidas entre los miembros de la organización traducidas en colaboración-competencia, y relaciones intergrupales	Valores reales entre 0 y 1	No
Relaciones individuo – individuo	Relaciones establecidas entre los miembros de la organización traducidas en relaciones individuo – individuo	Valores reales entre 0 y 1	No
Relaciones intergrupales	Relaciones establecidas entre los miembros de la organización traducidas relaciones intergrupales	Valores reales entre 0 y 1	No
Formación para la mejora de procesos	Nivel formativo del personal de la organización, traducido en formación para la mejora de procesos	Valores reales entre 0 y 1	No
Capacidad de aprendizaje	Nivel formativo del personal de la organización, traducido en capacidad de aprendizaje	Valores reales entre 0 y 1	No
capacidad de adaptación y auto-renovación	Nivel formativo del personal de la organización, traducido en capacidad de adaptación y auto-renovación	Valores reales entre 0 y 1	No
Experiencia en la producción	Experiencia en el desarrollo de software.	Valores reales entre 0 y 1	No
Experiencia en roles	Experiencia en roles ocupados en la producción.	Valores reales entre 0 y 1	No
Reconocimientos y castigos	Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración en	Valores reales entre 0 y 1	No

ANEXOS

	reconocimientos y castigos		
Satisfacción con la política de retribuciones	Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración en la política de retribuciones	Valores reales entre 0 y 1	No
Satisfacción con la política de estimulaciones	Efectividad del programa de reconocimiento y remuneración en la política de estimulaciones	Valores reales entre 0 y 1	No
Motivación por el trabajo	Motivación del personal por el trabajo.	Valores reales entre 0 y 1	No
Satisfacción con el trabajo	Satisfacción del personal con el trabajo	Valores reales entre 0 y 1	No
Identificación con la organización	Incluye la identificación y sentido de pertenencia para con la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Orientación a la mejora continua	Orientación de la organización ante la mejora continua	Valores reales entre 0 y 1	No
Orientación a la satisfacción del cliente	Orientación estratégica hacia la satisfacción del cliente	Valores reales entre 0 y 1	No
Orientación a procesos	Incluye la orientación a procesos por parte de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Gestión del cambio	Orientación estratégica hacia la gestión del cambio	Valores reales entre 0 y 1	No
Planeación estratégica	Planeación estratégica de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Establecimiento y dominio de los objetivos organizacionales	Establecimiento y dominio de los objetivos de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Establecimiento y delimitación de los roles organizacionales	Establecimiento y delimitación de los roles de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Protección e higiene del trabajo	Se refiere a la atención brindada al personal en la protección e higiene del trabajo.	Valores reales entre 0 y 1	No
Evaluación del desempeño	Se refiere a la atención brindada al personal de la organización en base a sus necesidades de desempeño	Valores reales entre 0 y 1	No
Selección de personal e inducción a la organización	Se refiere a la atención brindada en base a la selección de personal e inducción a la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Programas de desarrollo y planes de superación	Incluye la concepción de programas de desarrollo y planes de superación	Valores reales entre 0 y 1	No

ANEXOS

Confianza en la dirección	Apoyo que recibe la organización por parte de la alta gerencia para la MPS, maneja la confianza en la dirección	Valores reales entre 0 y 1	No
Competencia de los directivos	Competencia de los directivos de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Supervisión	Supervisión por parte de la alta gerencia a la MPS en la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Estilo de dirección	Apoyo que recibe la organización por parte de la alta gerencia traducido en estilos de dirección	Valores reales entre 0 y 1	No
Relaciones jefe-subordinados	Relaciones entre jefes y subordinados de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Comunicación	Comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo, para con los clientes y con la alta gerencia	Valores reales entre 0 y 1	No
Participación	Comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo, para con los clientes y con la alta gerencia. Se mide en base a la participación	Valores reales entre 0 y 1	No
Información	Comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo, para con los clientes y con la alta gerencia. Se mide en base a la información que fluye en la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Trabajo en equipo	Funcionamiento interno de la organización reflejado en la cultura del trabajo en equipo	Valores reales entre 0 y 1	No
Perspectivas de la organización	Funcionamiento interno de la organización reflejado en las perspectivas de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Eficiencia	Funcionamiento interno de la organización reflejado en la eficiencia en la MPS	Valores reales entre 0 y 1	No
Eficacia	Funcionamiento interno de la organización reflejado en la eficacia en la MPS	Valores reales entre 0 y 1	No
Estabilidad interna de la organización	Funcionamiento interno de la organización reflejado en la estabilidad interna de la organización	Valores reales entre 0 y 1	No
Disponibilidad del tiempo	Disponibilidad del tiempo para la MPS	Valores reales entre 0 y 1	No
Disponibilidad de las personas	Disponibilidad de las personas para la MPS	Valores reales entre 0 y 1	No

Disponibilidad de la infraestructura	Disponibilidad de la infraestructura para la MPS	Valores reales entre 0 y 1	No
--------------------------------------	--	----------------------------	----

Tabla 8: Dominios de los rasgos de la base de casos.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO # 7: Prototipos de interfaz de usuarios del sistema Hefexto

Gestionar indicadores

Indicadores	Factores críticos de éxito												
<p>Adicionar Modificar Eliminar Actualizar</p> <table border="1"><thead><tr><th>Nombre</th></tr></thead><tbody><tr><td>Influencia de la alta gerencia</td></tr><tr><td>Características de la organización Nombre: Características de la organización Descripción: Es el grado con el cual la organización integralmente incide en las actividades de mejora de proceso.</td></tr><tr><td>Influencia del personal</td></tr></tbody></table>	Nombre	Influencia de la alta gerencia	Características de la organización Nombre: Características de la organización Descripción: Es el grado con el cual la organización integralmente incide en las actividades de mejora de proceso.	Influencia del personal	<p>Adicionar Modificar Eliminar Actualizar</p> <table border="1"><thead><tr><th>Nombre</th><th>Coefficiente de Ponderación</th></tr></thead><tbody><tr><td>Disponibilidad de recursos</td><td>1</td></tr><tr><td>Comunicación</td><td>0.73</td></tr><tr><td>Funcionamiento</td><td>0.93</td></tr></tbody></table>	Nombre	Coefficiente de Ponderación	Disponibilidad de recursos	1	Comunicación	0.73	Funcionamiento	0.93
Nombre													
Influencia de la alta gerencia													
Características de la organización Nombre: Características de la organización Descripción: Es el grado con el cual la organización integralmente incide en las actividades de mejora de proceso.													
Influencia del personal													
Nombre	Coefficiente de Ponderación												
Disponibilidad de recursos	1												
Comunicación	0.73												
Funcionamiento	0.93												
<p>Medidas</p> <p>Adicionar Modificar Eliminar Actualizar</p> <table border="1"><thead><tr><th>Nombre</th></tr></thead><tbody><tr><td>Disponibilidad de tiempo</td></tr><tr><td>Disponibilidad de las personas</td></tr><tr><td>Disponibilidad de infraestructura</td></tr></tbody></table>		Nombre	Disponibilidad de tiempo	Disponibilidad de las personas	Disponibilidad de infraestructura								
Nombre													
Disponibilidad de tiempo													
Disponibilidad de las personas													
Disponibilidad de infraestructura													

Figura 20: Gestionar indicadores, FCE y medidas.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

The screenshot shows a web application window titled "Gestionar organismos y organizaciones". It is divided into two main sections: "Organismos" and "Organizaciones".

Organismos Section:

- Buttons: Adicionar organismo, Modificar organismo, Eliminar organismo, Actualizar.
- Table with columns: Nombre.
- Row 1: MIC
- Row 2: MES
Nombre: MES
Descripcion: Ministerio de Educación Superior (UCI)

Organizaciones Section:

- Buttons: Adicionar organización, Modificar organización, Eliminar organización, Actualizar.
- Table with columns: Nombre, País, Clasificación.
- Row 1: ISEC, Cuba, Mediana empresa
Nombre: ISEC
País: Cuba
Clasificación: Mediana empresa
Organismo: MES
- Row 2: GEYSED, Cuba, Mediana empresa
- Row 3: FORTES, Cuba, Mediana empresa
- Row 4: DATEC, Cuba, Mediana empresa
- Row 5: CISED, Cuba, Mediana empresa

Navigation: Página 1 de 1. Mostrando registros 1 - 2 of 2.

Figura 21: Gestionar organismos y organizaciones.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Gestionar casos reales					
Adicionar					
Casos reales					
Organización	Mejora de proceso	País	Clasificación organizacional	Organismo	Resultado
Organización 29	CMMI - Repetible	Estados Unidos	Mediana empresa	MIC	Fracaso
Organización 30	CMMI - Repetible	Finlandia	Mediana empresa	MIC	Fracaso
Organización 2	CMMI - Repetible	Andorra	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 3	CMMI - Repetible	Antillas Holandesas	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 4	CMMI - Repetible	Alemania	Mediana empresa	MIC	Éxito
Influencia de la alta gerencia					0.9
Orientación estratégica					0.94
Apoyo de la alta gerencia					0.87
Administración estratégica					0.89
Atención al capital humano					0.92
Características de la organización					0.91
Influencia del personal					0.93
Organización 5	CMMI - Repetible	Albania	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 6	CMMI - Repetible	África del Sur	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 7	CMMI - Repetible	Costa de Marfil	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 8	CMMI - Repetible	Alemania	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 9	CMMI - Repetible	Guinea Ecuatorial	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 10	CMMI - Repetible	Armenia	Mediana empresa	MIC	Éxito
Organización 11	CMMI - Repetible	Indonesia	Gran empresa	MIC	Fracaso
Organización 12	CMMI - Repetible	Angola	Gran empresa	MIC	Fracaso
Organización 13	CMMI - Repetible	Antigua y Barbuda	Gran empresa	MIC	Fracaso
Organización 14	CMMI - Repetible	Japón	Gran empresa	MIC	Fracaso
Organización 15	CMMI - Repetible	Noruega	Gran empresa	MIC	Fracaso
Organización 16	CMMI - Repetible	Islas Malvinas	Gran empresa	MIC	Fracaso

Mostrando elementos del 0 al 20 de 27

Figura 22: Gestionar casos reales.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

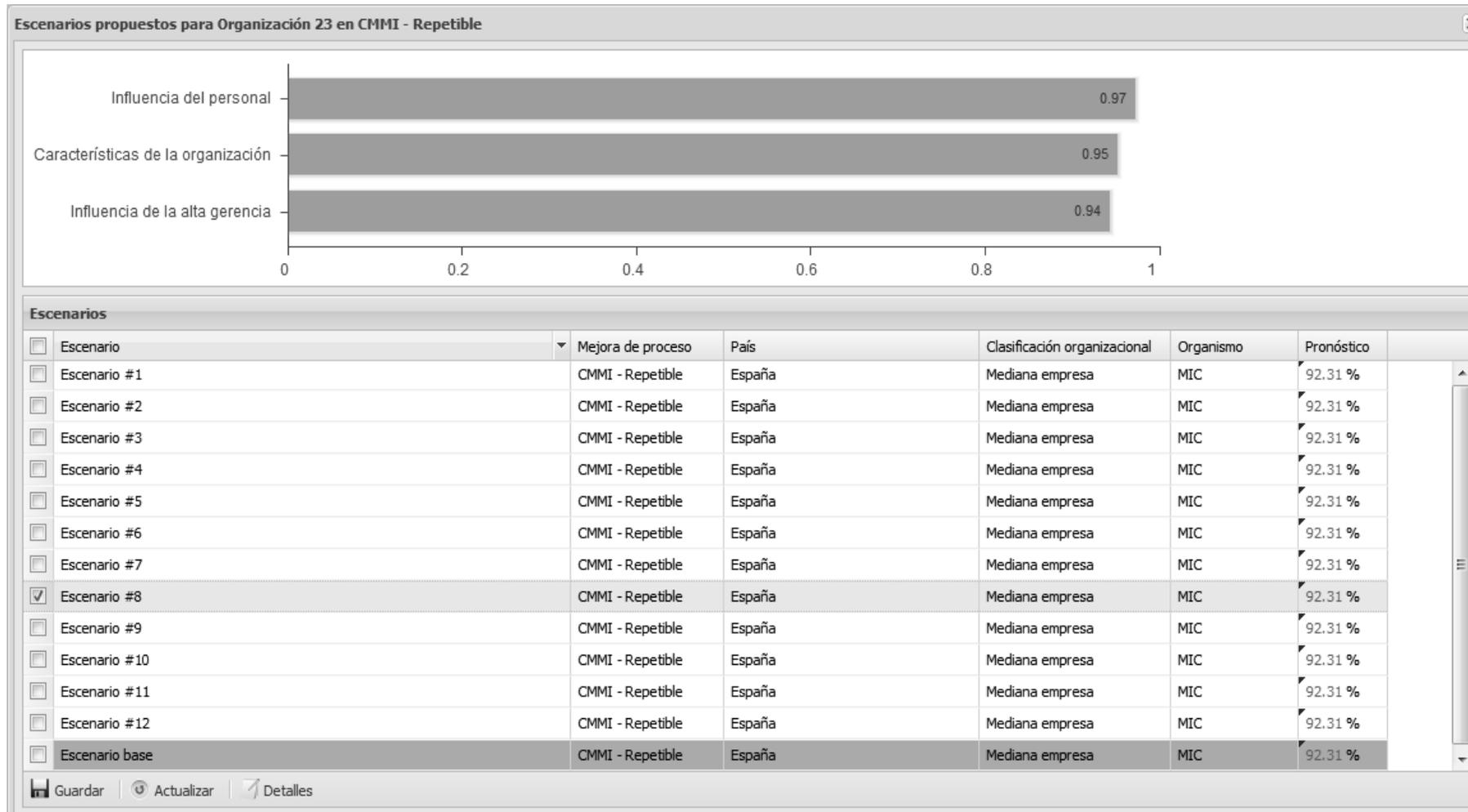


Figura 23: Escenarios de mejora propuestos.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Detalles

Orientación estratégica | Apoyo de la alta gerencia | Administración estratégica | Atención al capital humano

Orientación a la mejora continua:	0,9
Orientación a la satisfacción del cliente:	0,92
Orientación a procesos:	0,94
Gestión del cambio:	0,89

Atrás | Siguiete

✓ Aceptar | ✗ Cancelar

Figura 24: Detalles de escenario.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

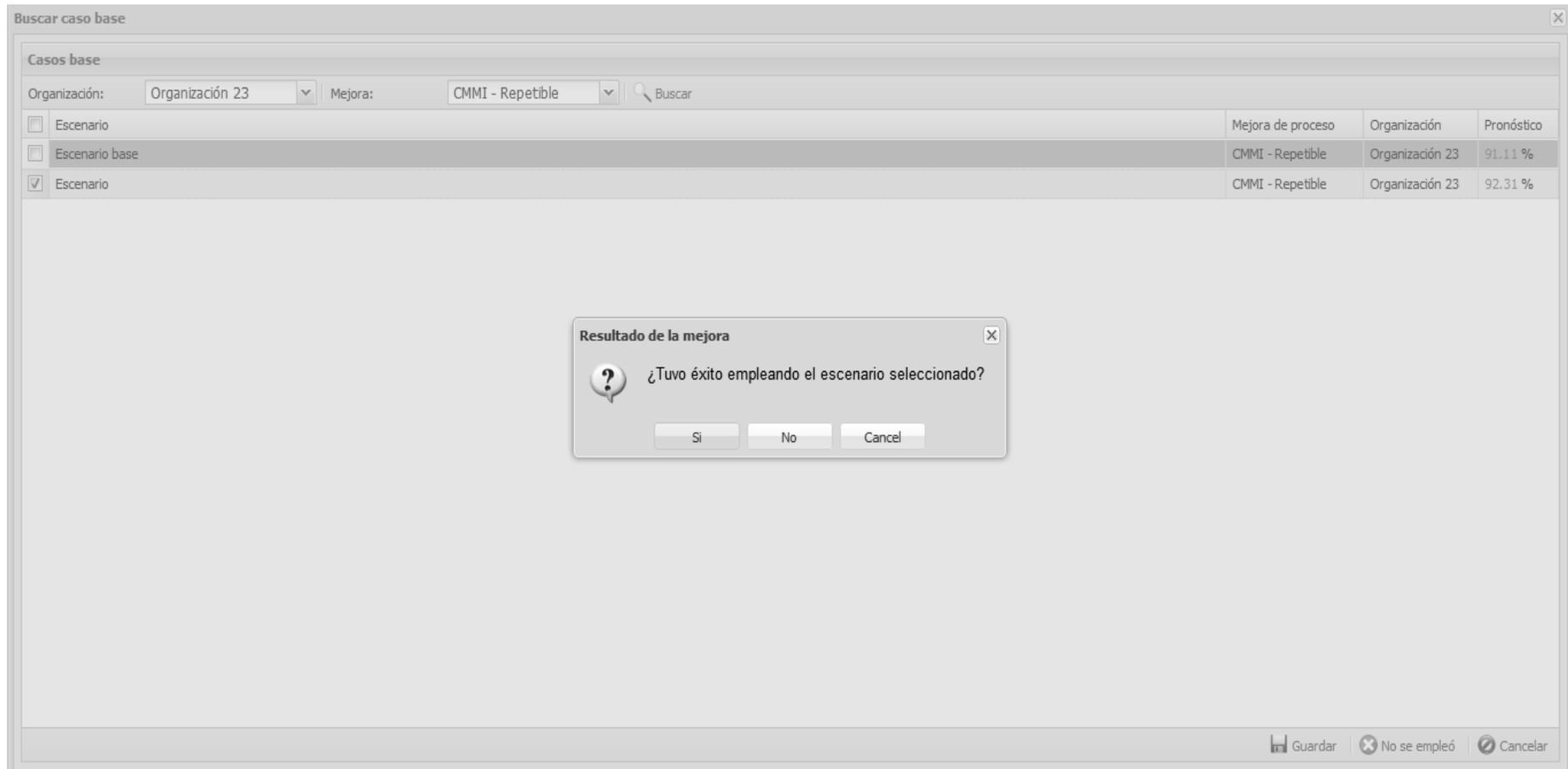


Figura 25: Evaluación del pronóstico-Guardar como caso real.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

ANEXO # 8: Variables y dimensiones de la validación de los resultados

Variables	Valor que asume	Dimensiones	Valor que asume
Nivel de reutilización de experiencias en la ejecución del proceso para contribuir en la solución del problema de investigación	5: Muy Adecuado 4: Bastante Adecuado 3: Adecuado 2: Poco Adecuado 1: Inadecuado	Relevancia: es significativo el aporte de la reutilización de experiencias en el proceso definido para la solución del problema de investigación. Pertinencia: la estructura del proceso, sus fases y actividades son congruentes con los objetivos del mismo y considera las exigencias del problema de investigación. Coherencia: existe coherencia e interrelación entre las fases y actividades del proceso para dar solución al problema de investigación.	5: Muy Adecuada 4: Bastante Adecuada 3: Adecuada 2: Poco Adecuada 1: Inadecuada
Efecto del sistema implementado en la reutilización de experiencias	5: Muy Adecuado 4: Bastante Adecuado 3: Adecuado 2: Poco Adecuado 1: Inadecuado	Funcionalidad: mediante el estudio de casos se verifica que el sistema (funciones, métodos, servicios) cumple con los requisitos identificados. Rendimiento: mediante el estudio de casos se monitorea el tiempo en flujo de ejecución, acceso a datos, en llamada a funciones.	5: Muy Adecuado 4: Bastante Adecuado 3: Adecuado 2: Poco Adecuado 1: Inadecuado
Nivel de satisfacción del cliente respecto a la reutilización de experiencias por el	1: Clara satisfacción 2: Más satisfecho que insatisfecho 3: No definido	Satisfacción del cliente: los clientes consideran que con el sistema desarrollado se contribuye a elevar el nivel de reutilización de experiencias para pronosticar el éxito de una organización	1: Clara satisfacción 2: Más satisfecho que insatisfecho 3: No definido

ANEXOS

sistema, su utilidad y aplicabilidad	4: Más insatisfecho que satisfecho 5: Clara insatisfacción 6: Contradictoria	ante la MPS. Aplicabilidad del sistema: los clientes consideran que el sistema como soporte del proceso es aplicable en diversos entornos. Utilidad del sistema: es significativo el aporte de información que el sistema provee a las organizaciones como punto de partida para la MPS.	4: Más insatisfecho que satisfecho 5: Clara insatisfacción 6: Contradictoria
--------------------------------------	--	--	--

Tabla 9: Variables y dimensiones de la validación de los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO # 8: Encuesta de autovaloración de expertos

Compañero(a):

Se desea someter a la valoración de un grupo de expertos la propuesta de un proceso para el pronóstico de iniciativas de mejora de procesos de software. Para ello se necesita conocer el grado de dominio que usted posee en algún(os) de los siguientes temas: mejora de procesos de software, gestión del conocimiento e inteligencia artificial. Con ese fin se necesita que responda lo siguiente:

1. Marque con una cruz (X) el grado de conocimiento que usted tiene sobre las siguientes temáticas, donde 0 corresponde al valor mínimo y 10 al máximo:

a. Mejora de procesos de software:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

b. Gestión del conocimiento:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

c. Inteligencia artificial:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Especifique del 0 al 10 la influencia de las fuentes indicadas como fundamento de su conocimiento en las temáticas, donde 0 corresponde al valor mínimo y 10 al máximo:

a. Mejora de procesos de software.

No.	Fuente de argumentación	Fundamentación
1	Años de experiencia en el tema	
2	Conocimientos teóricos adquiridos en análisis bibliográfico	
3	Experiencia práctica	
4	Participación en eventos científicos	

ANEXOS

5	Publicaciones en revistas referenciadas	
6	Publicaciones en memorias de eventos	

b. Gestión del conocimiento.

No.	Fuente de argumentación	Fundamentación
1	Años de experiencia en el tema	
2	Conocimientos teóricos adquiridos en análisis bibliográfico	
3	Experiencia práctica	
4	Participación en eventos científicos	
5	Publicaciones en revistas referenciadas	
6	Publicaciones en memorias de eventos	

c. Inteligencia artificial.

No.	Fuente de argumentación	Fundamentación
1	Años de experiencia en el tema	
2	Conocimientos teóricos adquiridos en análisis bibliográfico	
3	Experiencia práctica	
4	Participación en eventos científicos	
5	Publicaciones en revistas referenciadas	
6	Publicaciones en memorias de eventos	

ANEXO # 9: Resultados del procesamiento para la selección de expertos**Nivel de experticia en la temática: mejora de procesos de software**

Candidato	K _c	K _a	K	Nivel
1	0,80	0,80	0,80	Alto
2	0,90	0,90	0,90	Alto
3	0,50	0,50	0,50	Bajo
4	0,80	0,80	0,80	Alto
5	1,00	0,90	0,95	Alto
6	0,90	1,00	0,95	Alto
7	0,80	0,60	0,70	Medio
8	0,80	0,70	0,75	Medio
9	0,90	0,80	0,85	Alto
10	0,70	0,60	0,65	Medio
11	0,50	0,40	0,45	Bajo
12	0,40	0,30	0,35	Bajo
13	0,70	0,80	0,75	Medio

Tabla 10: Experticia en la temática: mejora de procesos de software.**Fuente: Elaboración propia.****Nivel de experticia en la temática: gestión del conocimiento**

Candidato	K _c	K _a	K	Nivel
1	0,90	0,80	0,85	Alto
2	0,90	0,70	0,80	Alto
3	0,60	0,40	0,50	Medio
4	0,80	0,80	0,80	Alto
5	0,90	0,90	0,90	Alto
6	1,00	0,90	0,95	Alto

7	0,50	0,40	0,45	Bajo
8	0,90	0,80	0,85	Alto
9	0,90	0,80	0,85	Alto
10	0,50	0,40	0,45	Bajo
11	0,60	0,50	0,55	Medio
12	0,70	0,60	0,65	Medio
13	0,90	0,80	0,85	Alto

Tabla 11: Experticia en la temática: gestión del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de experticia en la temática: inteligencia artificial

Candidato	K _c	K _a	K	Nivel
1	0,90	0,90	0,90	Alto
2	0,90	0,80	0,85	Alto
3	0,40	0,40	0,40	Bajo
4	0,80	0,80	0,80	Alto
5	0,90	0,80	0,85	Alto
6	0,80	0,80	0,80	Alto
7	0,40	0,50	0,45	Bajo
8	0,90	0,80	0,85	Alto
9	0,80	0,80	0,80	Alto
10	0,30	0,30	0,30	Bajo
11	0,50	0,30	0,40	Bajo
12	0,50	0,40	0,45	Bajo
13	0,80	0,80	0,80	Alto

Tabla 12: Experticia en la temática: inteligencia artificial.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO # 10: Encuesta de validación del proceso

Compañero (a):

La validación del proceso para el pronóstico de iniciativas de la mejora de procesos, se llevará a cabo a partir del juicio de valor que Ud. emita respecto a la relevancia, pertinencia y coherencia del mismo donde:

Relevancia: La influencia de cada uno de los elementos del proceso en las organizaciones.

Pertinencia: La estructura del proceso es congruente con los objetivos del mismo y consideran las exigencias de las organizaciones.

Coherencia: Existe coherencia e interrelación entre los componentes del proceso.

1. Para evaluar la **relevancia** del proceso propuesto, valore, según la escala que se muestra a continuación, la influencia que tiene cada uno de los elementos que se mencionan, en la mejora de procesos de software.
 - a) Muy Adecuado (MA)
 - b) Bastante Adecuado (BA)
 - c) Adecuado (A)
 - d) Poco Adecuado (PA)
 - e) Inadecuado (I)

No	Aspectos	Evaluación
1	Almacenamiento de experiencias de las organizaciones en forma de casos.	
2	Pronóstico del éxito antes de iniciar la mejora.	
3	Reutilización de experiencias para el pronóstico basado en casos con características similares.	
4	Tratamiento de los indicadores y criterios considerados por los expertos para evaluar la organización en función de la mejora como rasgos a considerar para el pronóstico.	
5	Evaluación de pronóstico contra resultado real para la incorporación de	

	experiencias aprendidas.	
6	Muestra de un margen de error para conocer la factibilidad y fiabilidad del pronóstico realizado.	
7	Diseño de una base de casos como soporte al proceso propuesto.	
8	Flexibilidad del modelo entidad relación para la inclusión de nuevos indicadores, factores, medidas y tipos de mejoras.	
9	Facilidad de comprensión del proceso propuesto.	
10	Efectividad del proceso para el cumplimiento del objetivo propuesto.	
11	Utilidad del proceso para disminuir los índices de fracasos en la mejora de procesos de software.	

2. Para emitir su criterio acerca de la **pertinencia** de la estructura del proceso propuesto, sus componentes y contenido, marque con una (X) en la casilla correspondiente al valor asignado por usted, teniendo como referencia la escala siguiente:

- a) Muy Adecuado (MA)
- b) Bastante Adecuado (BA)
- c) Adecuado (A)
- d) Poco Adecuado (PA)
- e) Inadecuado (I)

3. Sobre la **coherencia** e interrelación existente entre los componentes del proceso propuesto, marque con una (X) en la casilla que corresponda, según su criterio, teniendo en cuenta la escala de referencia siguiente:

- a) Muy Adecuado (MA)
- b) Bastante Adecuado (BA)
- c) Adecuado (A)
- d) Poco Adecuado (PA)
- e) Inadecuado (I)

ANEXOS

4. De considerarlo necesario, emita las observaciones, sugerencias y/o recomendaciones que pudieran contribuir, según su criterio, al perfeccionamiento del proceso propuesto.

ANEXO # 11: Resultados del procesamiento de las encuestas de validación**Resultados de evaluación de la relevancia**

Relevancia	Valores						Porcientos					
Aspectos a evaluar	MA	BA	A	PA	I	Total	MA	BA	A	PA	I	Total
Almacenamiento de experiencias en forma de casos	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100
Pronóstico del éxito antes de iniciar la mejora	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100
Reutilización de experiencias para el pronóstico basado en casos con características similares	7	1	0	0	0	8	87,5	12,5	0	0	0	100
Tratamiento de los indicadores y factores considerados por los expertos para evaluar la organización en función de la mejora como rasgos a considerar para el pronóstico	6	2	0	0	0	8	75	25	0	0	0	100
Evaluación de pronóstico contra resultado real para la incorporación de experiencias aprendidas	6	2	0	0	0	8	75	25	0	0	0	100
Muestra de un margen de error para conocer la factibilidad y fiabilidad del pronóstico realizado	6	2	0	0	0	8	75	25	0	0	0	100
Diseño de una base de casos como soporte al proceso propuesto	7	1	0	0	0	8	87,5	12,5	0	0	0	100
Flexibilidad del modelo entidad relación para la inclusión de nuevos indicadores, factores, medidas y tipos de mejoras	6	2	0	0	0	8	75	25	0	0	0	100
Facilidad de comprensión del proceso	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100

propuesto												
Efectividad del proceso para el cumplimiento del objetivo propuesto	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100
Utilidad del proceso para disminuir los índices de fracasos en la mejora de procesos de software	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100
Total	78	10	0	0	0	88	88,6	11,4	0	0	0	100

Tabla 13: Resultados de evaluación de la relevancia.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de evaluación de la pertinencia

Aspecto a evaluar	Valor						Porcientos					
	MA	BA	A	PA	I	Total	MA	BA	A	PA	I	Total
Pertinencia	8	0	0	0	0	8	100	0	0	0	0	100

Tabla 14: Resultados de evaluación de la pertinencia.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de evaluación de la coherencia

Aspecto a evaluar	Valor						Porcientos					
	MA	BA	A	PA	I	Total	MA	BA	A	PA	I	Total
Coherencia	7	1	0	0	0	8	87,5	12,5	0	0	0	100

Tabla 15: Resultados de evaluación de la coherencia.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO # 12: Encuesta de autovaloración de expertos para valorar satisfacción del cliente

Compañero(a):

Se desea someter a la valoración de un grupo de expertos la satisfacción del cliente respecto a la utilidad y aplicabilidad del sistema Hefexto en entornos reales. Para ello se necesita conocer el grado de dominio que usted posee en la mejora de procesos de software y sus años de experiencia en esta área del conocimiento. Con ese fin se necesita que responda lo siguiente:

1. Marque con una cruz (X) el grado de conocimiento que usted tiene sobre la temática mejora de procesos de software, donde 0 corresponde al valor mínimo y 10 al máximo:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Especifique del 0 al 10 la influencia de las fuentes indicadas como fundamento de su conocimiento en la temática mejora de procesos de software, donde 0 corresponde al valor mínimo y 10 al máximo:

No.	Fuente de argumentación	Fundamentación
1	Años de experiencia en el tema	
2	Conocimientos teóricos adquiridos en análisis bibliográfico	
3	Experiencia práctica	
4	Participación en eventos científicos	
5	Publicaciones en revistas referenciadas	
6	Publicaciones en memorias de eventos	

3. Especifique años de experiencia en el área del conocimiento mejora de procesos de software:

GLOSARIOS.

Glosario de Siglas

MPS – Mejora de Procesos de Software.

SEI – Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon.

PMBok – Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos.

PMI – Instituto de Dirección de Proyectos.

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

EvalProsoft – Método de evaluación del modelo MoProSoft.

MPS.Br – Mejora de Procesos de Software de Brasil.

CMMI – Modelo de Capacidad de Madurez Integrada.

ISO - Organización Internacional para la Estandarización.

RBC – Razonamiento Basado en Casos.

UCI – Universidad de las Ciencias Informáticas.

Competisof – Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica.

FCE – Factor Crítico de Éxito.

Calisoft – Centro Nacional de Calidad de Software.

SI.MPS.Cu – Modelo para valorar las organizaciones desarrolladoras de software al iniciar la mejora de proceso de software.

UML – Lenguaje Unificado de Modelado.

IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Glosario de Términos

Aplicabilidad del sistema: se considera que el sistema implementado permite su aplicabilidad en diversos entornos.

Buenas prácticas: acciones que disminuyen el efecto negativo y eleven el efecto positivo de un factor crítico de éxito en la MPS.

GLOSARIOS

Calidad: conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.

Calidad del software: es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. La calidad del software ha pasado de una simple inspección y detección de errores a un cuidado total en su proceso de fabricación, desarrollo y mantenimiento; y es que el correcto funcionamiento de éste es fundamental para el óptimo comportamiento de los sistemas informáticos.

Coherencia: existe coherencia e interrelación entre las fases y actividades del proceso para dar solución al problema de investigación.

Conocimiento: actos, información y habilidades adquiridas por la experiencia o la educación, la comprensión teórica o práctica de un sujeto.

Costo: es el sacrificio económico incurrido en la obtención de activos, con la finalidad de obtener beneficios futuros.

Dato: es una representación de hechos, conceptos o instrucciones de manera formalizada, adecuada para la comunicación, interpretación o procesamiento, ya sea por seres humanos o medios automáticos

Diagnóstico: fase del programa de MPS.

Éxito de la mejora de procesos de software: éxito de la implementación en la medida en que las iniciativas conducen a cambios reales en prácticas de la ingeniería de software

Experiencias: es una forma de conocimiento o habilidad derivados de la observación, de la participación y de la vivencia de un evento o proveniente de las cosas que suceden en la vida, es un conocimiento que se elabora colectivamente.

Expertos: persona reconocida como una fuente confiable de un tema, técnica o habilidad cuya capacidad para juzgar o decidir en forma correcta, justa o inteligente le confiere autoridad y estatus por sus pares o por el público en una materia específica.

GLOSARIOS

Factor crítico de éxito: son los factores que se consideran determinantes en el éxito de un programa de MPS.

Gestión del conocimiento: es la gestión de los activos intangibles que generan valor para la organización. La mayoría de estos intangibles tienen que ver con procesos relacionados de una u otra forma con la captación, estructuración y transmisión de conocimiento. Por lo tanto, la gestión del conocimiento tiene en el aprendizaje organizacional su principal herramienta.

Indicador: métrica o combinación de métricas que proporcionan conocimientos acerca del proceso, un proyecto o el producto en sí.

Información: conjunto organizado de datos proporcionados o aprendidos acerca de algo o alguien.

Ingeniería de Software: la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software; es decir, la aplicación de ingeniería al software.

Mejora de proceso de software: es una actividad repetitiva y con independencia del enfoque adoptado, requiere de cierto tiempo, recursos, medidas, y las iteraciones para su aplicación efectiva y exitosa. Es un procedimiento sistémico para mejorar el rendimiento de un sistema de proceso existente, a partir de desarrollar un conjunto de acciones que se manifiestan en modificaciones en el proceso de desarrollo de software.

Pertinencia: la estructura del proceso y sus componentes son congruentes con los objetivos del mismo y consideran las exigencias del problema de investigación planteado.

Proceso: es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un resultado.

Proceso de desarrollo de software: es la definición del conjunto completo de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un producto. Un proceso es una plantilla para crear proyectos.

Producto: conjunto de artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables y documentación.

GLOSARIOS

Proyecto de Software: elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.

Relevancia: es significativo el aporte de la reutilización de experiencias en el proceso definido para la solución del problema de investigación.

Satisfacción del cliente: se considera que con el sistema desarrollado se contribuye a elevar el nivel de reutilización de experiencias para pronosticar el éxito de una organización ante la MPS.

Software: equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Utilidad del sistema: es significativo el aporte de información que el sistema provee a las organizaciones como punto de partida para la MPS.