

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**



**MODELO PARA LA ADOPCIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA DEL
SOFTWARE, MOPROSOFT EN LAS MIPYMES**

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

ISMAEL EDREIN ESPINOSA CURIEL

Ensenada, Baja California, Mexico, Noviembre del 2008.

TESIS DEFENDIDA POR

Ismael Edrein Espinosa Curiel

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

Dra. Josefina Rodríguez Jacobo

Codirector del Comité

Dr. José Alberto Fernández Zepeda

Codirector del Comité

Dr. Luis Alejandro Márquez

Martínez

Miembro del Comité

Dr. José Antonio García Macías

Miembro del Comité

Dr. Pedro Gilberto López Mariscal

Coordinador del programa de
posgrado en ciencias de la
computación

Dr. David Hilario Covarrubias

Rosales

Director de Estudios de Posgrado

12 noviembre de 2008

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DE ENSENADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**MODELO PARA LA ADOPCIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA DEL
SOFTWARE, MOPROSOFIT EN LAS MIPYMES**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

ISMAEL EDREIN ESPINOSA CURIEL

Ensenada, Baja California, México, noviembre del 2008.

RESUMEN de la tesis de ISMAEL EDREIN ESPINOSA CURIEL, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. Ensenada, Baja California. Noviembre del 2008.

MODELO PARA LA ADOPCIÓN DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA DEL SOFTWARE, MOPROSOFT EN LAS MIPYMES

Resumen aprobado por:

Dra. Josefina Rodríguez Jacobo

Codirector del Comité

Dr. José Alberto Fernández Zepeda

Codirector del Comité

En este trabajo se propone a MOADME, un modelo de adopción para los modelos de mejora de procesos de desarrollo de software (MMPs). El MOADME tiene el propósito de facilitar y servir de guía a las micros, pequeñas y medianas organizaciones (MIPYMES) para que adopten los procesos, las formas de trabajo, los roles y los perfiles de empleados definidos en un MMPs de tal manera que sea su nueva conducta y forma de trabajo. Específicamente se muestra la utilización del MOADME para la adopción de MoProSoft. Además, se propone un experimento con el objetivo de probar el MOADME y por medio de la retroalimentación de este experimento, enriquecerlo. El diseño de este modelo de adopción surgió por la alta tasa de abandono del proceso de adopción de MoProSoft en organizaciones mexicanas.

El modelo propuesto utiliza a PrediSoft, un conjunto de cinco instrumentos de valoración los cuales también se proponen en este trabajo. Cada uno de los instrumentos sirve para medir una variable diferente: *PrediSoft - selección del agente de cambio*, ayuda a seleccionar el agente de cambio; *PrediSoft - sensibilización al cambio*, mide la sensibilización al cambio; *PrediSoft - intención de uso del MMPs*, mide la intención del uso del MMPs; *PrediSoft - adopción del MMPs*, mide la adopción del MMPs; por último, *PrediSoft - motivación y compromiso*, mide la motivación y el compromiso.

También se propone una nueva técnica de visualización de procesos de desarrollo de software: los dimods. Esta técnica se probó y se demostró que los dimods mejoran en cuatro áreas, en promedio un 40% el proceso de enseñanza/aprendizaje. Además, se proponen una nueva teoría de adopción de metodologías llamada TUAMMPS que sirve de base para dos instrumentos de valoración.

Palabras Clave: MoProSoft, modelo de adopción, MIPYMES, dimods, TUAMMPS, PrediSoft.

ABSTRACT of the thesis presented by ISMAEL EDREIN ESPINOSA CURIEL as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in COMPUTER SCIENCE. Ensenada, Baja California, November 2008.

ADOPTION MODEL FOR THE MEXICAN SOFTWARE STANDARD, MOPROSOFIT IN SMES

In this work we propose MOADME, an adoption model for software processes improvement models (SPI). The objective of MOADME is to facilitate and guide micro, small and medium organizations (MSMEs) to adopt the processes, methodologies, roles and employee profiles defined in an SPI model, so that this becomes their new conduct and way of working. Specifically, we show the use of MOADME to adopt MoProSoft. Additionally, we propose an experiment to proof and improve MOADME. We designed this adoption model because of the high drop out rate of MoProSoft adoption process in Mexican organizations. The proposed model uses a PrediSoft, a set of five appraisal tools that we are also proposing in this work. Each appraisal tool is used to measure a different variable: The first tool helps to select the changing agent; the second one measures the sensitivity to change; the third measures the intention of use of a SPI model; the forth measures the adoption of a SPI model; and finally, *the fifth* measures motivation and commitment. Two of these tools are based on a new theory (called TVAMMPS) of adoption of SPI models that we are also proposing in this work.

Additionally, in this work we propose a new technique, called dimods, to visualize software development processes. This technique was tested and the results show that dimods improved 40% the teaching / learning process of MoProSoft model.

Keywords: MoProSoft, adoption model, MSMEs, dimods, TVAMMPS, PrediSoft.

Dedicatorias

por su paciencia y comprensión...

A Noehmi

Por todo el apoyo incondicional que me han dado...

A mis hermanos Martha, Rafael y Maura

A mis padres, Rafael y Luz Elena

Agradecimientos

A dios, por darme vida para poder realizar este trabajo.

A mis amigos, equipo de trabajo y directores de tesis: José Alberto Fernández Zepeda y Josefina Rodríguez Jacobo por guiarme en el desarrollo de este trabajo, Sin sus acertados consejos no hubiera sido lo mismo.

A mi comité de Tesis: Dr. José Antonio García Macías y al Dr. Luis Alejandro Márquez por sus observaciones y correcciones que enriquecieron este trabajo de tesis.

A mi amigo y compañero Eduardo Gasca Figueroa por todos esos momentos agradables que compartimos.

A los profesores del Departamento de Ciencias de la Computación que contribuyeron en mi formación.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICSE).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por apoyarme económicamente con mis estudios de maestría.

Contenido

Resumen en español.....	i
Resumen en inglés.....	ii
Dedicatorias.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Contenido.....	v
Lista de figuras.....	x
Lista de tablas.....	xi
Capítulo I. Introducción.....	1
I.1. Antecedentes.....	1
I.2. Planteamiento del problema.....	6
I.3. Objetivo de la investigación.....	7
I.4. Aportaciones.....	9
I.5. Relevancia.....	10
I.6. Descripción del contenido.....	11
Capítulo II. Metodología.....	13
II.1. MMPs.....	13
II.2. Procesos de cambio.....	14
II.3. Teorías para la adopción de tecnología.....	16
II.4. Elaboración de los instrumentos de valoración (PrediSoft).....	16
II.5. Modelo de adopción de MMPs (MOADME).....	17
Capítulo III. Los problemas de adoptar MMPs en las MIPYMES.....	19
III.1. Los MMPs consolidados.....	19
III.1.1. ISO 9000.....	19
III.1.2. ISO/IEC 12207: AMD.1:2002.....	20
III.1.3. CMM – CMMI.....	20
III.1.4. PSP.....	21
III.1.5. TSP.....	22
III.2. Uso de los MMPs consolidados en el contexto de las MIPYMES.....	23
III.3. Adaptación de los MMPs al contexto de las MIPYMES.....	25
III.4. Generar nuevos MMPs específicos para MIPYMES.....	26
III.4.1. Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft).....	30
III.5. Aspectos comunes y comparativos de los MMPs.....	32
III.6. Principales problemas en la adopción de los MMPs.....	34
III.6.1. Problemas relacionados con los MMPs.....	36

Contenido (continuación)

III.6.2.	Problemas relacionados con las MIPYMES.....	36
III.6.3.	Problemas relacionados con las personas.....	41
III.7.	Resumen.....	45
Capítulo IV. El proceso de adopción de un MMPS.....46		
IV.1.	El cambio en las organizaciones.....	46
IV.2.	El cambio en las organizaciones de desarrollo de software.....	49
IV.3.	La adopción de los MMPS.....	50
IV.3.1.	La adopción de un MMPS: un proyecto de cambio mayor.....	50
IV.3.2.	Las etapas del proceso de adopción de los MMPS.....	51
IV.3.3.	Las personas y la resistencia o flexibilidad ante el cambio.....	52
IV.3.3.1.	<i>El ciclo del cambio en las personas.....</i>	54
IV.3.3.2.	<i>Roles en el proceso de adopción de un MMPS.....</i>	56
IV.4.	Resumen.....	58
Capítulo V. Propuesta de un modelo de adopción de MMPS.....59		
V.1.	Teorías base para elaborar el MOADME.....	59
V.2.	Estructura del MOADME.....	61
V.2.1.	Etapas del MOADME.....	61
V.2.2.	Áreas del MOADME.....	61
V.2.3.	Fases de la etapa preadopción (PA).....	63
V.2.4.	Etapas de uso general (UG).....	63
V.2.5.	Etapas de uso continuo (UC).....	63
V.3.	Elementos que contempla el MOADME.....	64
V.4.	Resumen.....	67
Capítulo VI. Diseño del experimento.....68		
VI.1.	Introducción.....	68
VI.2.	Requisitos del experimento.....	68
VI.2.1.	Manipulación intencional de una o más variables independientes.....	69
VI.2.2.	Medición del efecto de la variable independiente sobre la dependiente.....	70
VI.2.3.	Control o validez interna de la situación experimental.....	71
VI.3.	Formulación de hipótesis.....	72
VI.4.	Diseño del experimento.....	73
VI.4.1.	Unidad de análisis.....	73
VI.4.2.	Parámetros muestrales.....	75

Contenido (continuación)

VII.4.3.	Población	75
VII.4.4.	Selección de la muestra	75
VII.4.5.	Recolección de los datos	76
VI.4.5.1.	Seleccionar un instrumento de medición	77
VI.4.5.2.	Aplicación de los instrumentos de medición	77
VI.4.5.3.	Ciclos de experimentación	79
VI.4.5.4.	Preparar las mediciones	79
VI.4.6.	Análisis de los datos	80
VI.4.6.1.	Análisis de las actividades	81
VI.4.6.2.	Análisis entre diferentes grupos	82
VI.4.7.	Aceptación o rechazo de las hipótesis	83
VI.4.7.1.	Procedimiento para aceptar o rechazar las hipótesis	84
Capítulo VII.	Propuesta de instrumentos de valoración para la adopción de los	87
MMPs (PrediSoft)	87	87
VII.1.	Procedimiento para construir los instrumentos de valoración	87
VII.2.	Funcionamiento general de los instrumentos de valoración	88
VII.3.	Instrumentos de valoración de la adopción de los MMPs (PrediSoft)	89
VII.3.1.	PrediSoft - sensibilización al cambio	90
VII.3.2.	PrediSoft - selección del agente de cambio	92
VII.3.3.	PrediSoft - intención de uso del MMPs	93
VII.3.4.	PrediSoft - adopción del MMPs	94
VII.3.5.	PrediSoft - Compromiso y motivación	95
VII.4.	Análisis de los datos de los instrumentos de valoración	95
VII.4.1.	PrediSoft - selección del agente de cambio	97
VII.4.1.1.	Las matrices sociométricas	97
VII.4.1.2.	Los índices sociométricos	99
VII.4.1.3.	Selección del agente de cambio	100
VII.5.	Reportes de valoración de los instrumentos de valoración	100
VII.6.	Experimento para probar la confiabilidad y validez de los instrumentos	101
VII.6.1.	Experimentos	101
VII.6.1.1.	Selección de la muestra	102
VII.6.1.2.	Desarrollo del experimento	102
VII.6.1.3.	Confiabilidad	102
VII.6.1.4.	Validez	103
VII.7.	Resumen	105
Capítulo VIII.	Teoría propuesta de adopción de MMPs (TUAMMPs)	106
VIII.1.	Teoría unificada de adopción de MMPs	106

Contenido (continuación)

VIII.1.1. Variables independientes (constructores)	108
VIII.1.2. Variables dependientes	110
VIII.1.3. Variables moderadoras	111
VIII.1.3.1. Variables moderadoras de las personas	112
VIII.1.3.2. Variables moderadoras de las organizaciones	113
VIII.2. Resumen	113
Capítulo IX. Los dimods	114
IX.1. Introducción	114
IX.2. Problemática en la descripción de los modelos de mejora de procesos	114
IX.3. Evaluación de la representación del MoProSoft	115
IX.4. La motivación	117
IX.5. Mapas mentales y gráficas ricas	118
IX.5.1. Mapas mentales	118
IX.5.2. Gráficas ricas	122
IX.6. Los dimods	123
IX.6.1. Tipos de diagramas	123
IX.6.2. Características de los dimods	125
IX.6.3. Evaluación de los dimods	126
IX.6.3.1. El experimento	126
IX.6.3.2. Resultados	127
IX.6.4. Uso de los dimods	128
IX.7. Resumen	130
Capítulo X. Discusión, aportaciones y trabajo futuro	131
X.1. Discusión	131
X.2. Aportaciones	134
X.3. Trabajo futuro	134
Bibliografía	136

Nota: Los anexos se incluyen en un CD al final de la tesis

Anexo A. Definición de los constructores	142
Anexo B. Modelo de adopción de MMPs (MOADME)	158
Anexo C. Instrumento de valoración PrediSoft- sensibilización al cambio	198

Contenido (continuación)

Anexo D. Instrumento de valoración PrediSoft- selección del agente de cambio	209
Anexo E. Instrumento de valoración de PrediSoft – intención de uso del MMPS	213
Anexo F. Instrumento de valoración de PrediSoft – Adopción del MMPS.....	221
Anexo G. Instrumento de valoración de PrediSoft – compromiso y motivación.....	229

Lista de figuras

Figura

1	Metodología para la elaboración del modelo de adopción de los MMPs	14
2	Problemas de adopción de los MMPs en las MIPYMES	35
3	Reacciones generales al cambio (Rodríguez Jacobo, 2003)	56
4	Modelo propuesto de adopción de MMPs	62
5	Calendarización de la aplicación de los instrumentos de valoración	78
6	Funcionamiento de los componentes de cada módulo de PrediSoft	89
7	Teoría TVAMMPS	107
8	Dimod de primer nivel	124
9	Dimod de segundo nivel	124
10	Dimod de tercer nivel	125
11	Modelo propuesto de adopción de MMPs	161
12	Etapas preadopción del MOADME.	164
13	Etapas uso general del MOADME	180
14	Formación de grupo de cambio.	183
15	Etapas de uso continuo del MOADME	192

Lista de tablas

Tabla	pagina
I.	Clasificación de las organizaciones por el número de empleados 5
II.	Concentrado de las características de los MMPS 33
III.	Factores encontrados por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004) 39
IV.	Factores en la adopción de los MMPS en las MIPYMES (Umarji y Seaman, 2005) 45
V.	Características de los modelos de cambios organizacionales 60
VI.	Solución a las limitaciones 64
VII.	Solución a las limitaciones 65
VIII.	Factores de éxito identificados por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004) 66
IX.	Variables independientes y dependientes del experimento 69
X.	Hipótesis del experimento 74
XI.	Instrumentos que se utilizarán para medir las variables dependientes 77
XII.	Ciclos de experimentación 79
XIII.	Análisis estadísticos que se realizarán con los grupos experimentales 80
XIV.	Prueba estadística 81
XV.	Interpretación de los resultados del análisis estadístico 82
XVI.	Interpretación de resultados del análisis estadístico 83
XVII.	Análisis estadístico 85
XVIII.	Detalles de los instrumentos de valoración 89
XIX.	Preguntas asociadas al individuo en <i>PrediSoft</i> – <i>sensibilización al cambio</i> . 91
XX.	Preguntas asociados a la organización en <i>PrediSoft</i> – <i>sensibilización al cambio</i> . 92

Lista de tablas (continuación)

93	Preguntas por constructor en <i>PrediSoft</i> - selección del agente de cambio.	XXI.
94	Preguntas por constructor en <i>PrediSoft</i> - intención de uso del <i>MMPS</i>	XXII.
94	Preguntas por moderador en <i>PrediSoft</i> - intención de uso del <i>MMPS</i>	XXIII.
95	Preguntas por constructor en <i>PrediSoft</i> - motivación y compromiso	XXIV.
98	Construcción de la sociomatriz	XXV.
98	Sociomatriz de elección	XXVI.
98	Sociomatriz de rechazo	XXVII.
102	Parámetros muestrales	XXVIII.
109	Teorías base para elaborar la <i>TUAMMPs</i>	XXIX.
110	Análisis de constructores	XXX.
111	Definición de los constructores de la <i>TUAMMPs</i>	XXXI.
113	Moderadores personales	XXXII.
117	Resultados de evaluar a la norma	XXXIII.
127	Resultados de las evaluaciones hechas a la norma y a los dimods	XXXIV.
163	PA-S.1 - Toma de conciencia	XXXV.
164	Actividades de PA-S.1	XXXVI.
165	PA-S.2 - Identificación de necesidades	XXXVII.
165	Actividades de PA-S.2	XXXVIII.
166	PA-S.3 - Estrategia para solucionar necesidades	XXXIX.
166	Actividades de PA-S.3	XL.
167	PA-S.4 - Ejecución de estrategia	XLI.
167	Actividades de PA-S.4	XLII.
168	PA-T.1 - Identificación de áreas de oportunidad	XLIII.

Lista de tablas (continuación)

169	Actividades PA-T.1	XLIV.
171	PA-T.2 Análisis de fortalezas y debilidades internas	XLV.
171	Actividades de PA-T.2	XLVI.
172	PA-T.3 Homologación de conocimientos	XLVII.
172	Actividades de PA-T.3	XLVIII.
173	PA-T.4 Estudio del modelo y mapeo de los procesos	XLIX.
174	Actividades de PA-T.4	L.
175	Niveles de la intención de uso del MMPs de la organización.	LI.
175	Actividades según la intención de uso del MMPs de la organización	LII.
176	Niveles para los valores de los constructores	LIII.
176	Actividades que se deben realizar dependiendo el valor del constructor.	LIV.
179	UG-S.1 Formación del grupo de cambio	LV.
181	UG-S.2 Planeación de la formación de los grupos de trabajo	LVI.
181	UG-S.3 Arranque del proceso de formación de los grupos de trabajo	LVII.
182	UG-S.4 Consolidación de los grupos de trabajo.	LVIII.
184	UG-T.1 Definición y asignación de roles.	LIX.
184	UG-T.2 Adaptación de los procesos	LX.
185	UG-T.3 Pruebas pilotos.	LXI.
186	UG-T.4 Utilización del MMPs en todos los procesos.	LXII.
187	Niveles del Valor de adopción de la organización	LXIII.
187	Actividades según el nivel de adopción de la organización.	LXIV.
188	Niveles para los valores de los constructores	LXV.
188	Actividades dependiendo el nivel de cada constructor.	LXVI.

Lista de tablas (continuación)

LXVII.	UC-S.1 Motivación	190
LXVIII.	UC-S.2 Compromiso	190
LXIX.	Destrezas para las relaciones interpersonales	191
LXX.	UC-S.3 Mejora de las relaciones interpersonales.	191
LXXI.	UC-S.4 Innovación personal	192
LXXII.	UC-T.1 Seguimiento y control de los procesos.	193
LXXIII.	UC-T.2 Evaluación y mejora continua de los procesos.	194
LXXIV.	UC-T.3 Herramienta de soporte a los procesos	194
LXXV.	UC-T.4 Innovación de los procesos.	195
LXXVI.	Niveles de motivación y compromiso de la organización.	196
LXXVII.	Actividades según el nivel de motivación y compromiso de la organización	196
LXXVIII.	Niveles para los valores de los constructores de motivación y compromiso	196
LXXIX.	Actividades a realizar dependiendo los niveles de los constructores de la motivación y compromiso	197
LXXX.		

Capítulo I

Introducción

I.1. Antecedentes

En las últimas décadas la tecnología ha evolucionado nuestra sociedad en diferentes áreas, por ejemplo: en la salud, en la milicia, en la economía y en los transportes, esta evolución ha generado una gran necesidad de productos de software, ha abierto nuevos mercados y ha impulsado el crecimiento de la industria del software.

Por otro lado, dicha evolución generó la llamada “crisis del software”. Este término se utilizó por primera vez en la primera conferencia sobre desarrollo de software de la OTAN (Organización del Tratado del Atlántico Norte) en 1968. En dicha conferencia se reconoció que en ese momento la industria no estaba preparada y no contaba con los conocimientos necesarios para desarrollar software con la calidad que el mercado requería. En esos tiempos por lo general los proyectos no se terminaban en el plazo establecido, no se ajustaban al presupuesto inicial, los productos de software generados tenían baja calidad, no cumplían las especificaciones, y su código era difícil de mantener.

Esos problemas requerían solucionarse para poder producir software de calidad y fue así como se creó la ingeniería del software. Según Pressman (Pressman, 2005) “la Ingeniería de Software es la rama de la ingeniería que aplica los principios de la ciencia de la computación y las matemáticas para lograr soluciones costo-efectivas (eficaces en costo o económicas) a los problemas de desarrollo de software”, es decir, “permite elaborar consistentemente productos correctos, utilizables y costo-efectivos”.

Mejorar la calidad de los productos de software no es una tarea fácil, y para poder lograrlo primero se deben mejorar los procesos de elaboración para que alcancen una madurez.

Un *proceso de desarrollo de software* (PDS, en lo sucesivo) es la integración de un conjunto de personas, estructuras de organización, reglas, políticas, actividades, procedimientos, componentes de software, metodologías y herramientas utilizadas o creadas específicamente para definir, desarrollar y extender un producto de software (Humphrey, 2002).

La madurez de un PDS es el nivel en el cual éste está explícitamente documentado, gestionado, medido, controlado y continuamente mejorado. Se dice que un proceso es maduro cuando se conocen los resultados que pueden obtenerse al realizarlo, lo que permite predecir el desempeño de futuras ejecuciones (Humphrey, 2000).

Además, para que se pueda desarrollar software en las organizaciones es necesario que existan otros procesos en otros departamentos que apoyen a esa actividad, por ejemplo de gerencia, recursos humanos, recursos materiales, etc. Esa situación hace necesario que se definan objetivos comunes en toda la organización y además se coordinen los departamentos y empleados. Una forma de lograrlo es con el empleo de modelos de mejora de procesos de software ya que ayudan a las organizaciones a lograr niveles competitivos de procesos de desarrollo de software y sirven de punto de referencia para alcanzar niveles de madurez y capacidad en los PDS (Humphrey, 2002).

En la década de los 80 se realizaron dos esfuerzos importantes orientados a la mejora de procesos de software, el primero fue hecho por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) al publicar en 1987 el estándar ISO-9000; por su parte, en ese mismo

año, el instituto de Ingeniería de Software (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon en los E.U.A. publicó su primer Modelo de Madurez de Capacidad (CMM)¹.

Actualmente el ISO tiene varios estándares orientados al desarrollo de software, el más importante para este trabajo es el ISO/IEC 12207:1995/Amd: 2002 debido a que es un MMPS.

Por parte del SEI, las siguientes versiones del CMM: 1.0 y 1.1 son más conocidas como CMM para Software (SW-CMM) y se liberaron en 1991 y 1993 respectivamente. En 1997 se detiene el desarrollo del SW-CMM y se comienza en los modelos CMMI, el cual es una integración de varios modelos especializados para el desarrollo de software. El MMPS de CMMI que es importante para propósitos del presente estudio es el CMMI-SW. Además, el SEI creó otros dos modelos: uno enfocado a equipos de trabajo llamado TSP (Team Software Process) y un modelo enfocado en el ámbito personal (desde el punto de vista técnico) que se llama PSP (Personal Software Process).

A los modelos de referencia de procesos ISO-9000, ISO/IEC 12207:1995/Amd: 2002, CMM y CMMI-SW, TSP y PSP en esta investigación los llamaremos los modelos “consolidados”, debido a que dichos modelos tienen muchos años utilizándose en las organizaciones de desarrollo de software y actualmente tienen un reconocimiento mundial.

La creación de los modelos consolidados solucionó parcialmente el problema de la calidad en los productos de software, debido a que en ellos se describe qué se tenía que hacer para aumentar la calidad, pero en la praxis surgió otro problema aun mayor, muy pocas organizaciones iniciaban la adopción, y muchas de las que la iniciaron la abandonaron. Según la real academia española (RAE) adoptar² significa: “recibir, haciéndolos propios, pareceres, métodos, doctrinas, ideologías, modas, etc., que han sido creados por otras personas o comunidades”.

¹ CMM y CMMI son una marca registrada del SEI.

² Diccionario de la real academia española consultado en línea. <http://www.rae.es/rae.html>

Por lo tanto, nosotros definimos la adopción de los MMPS como: “*el proceso por medio del cual los individuos de una organización, reciben y hacen propios, los procesos, las formas de trabajo, los roles y los perfiles de empleados definidos en un MMPS de tal manera que sea su nueva conducta y forma de trabajar dentro de la organización*”.

Los MMPS especifican lo que se debe hacer para lograr procesos efectivos, pero no especifica cómo materializar dichos cambios en las organizaciones, es decir, no explican cómo hacer la transición para que la organización los utilice como su nueva forma de trabajo. Debido a esto, en las organizaciones muchas veces se realizan actividades costosas en tiempo y recursos que no benefician la adopción ni a corto ni a largo plazo. Esa situación hace suponer que los MMPS son costosos y que no ofrecen beneficios, cuando realmente no se están realizando las actividades necesarias para adoptarlos.

Aun cuando los modelos consolidados tienen muchos años desde su creación, los problemas en el desarrollo del software continúan. Mencionemos que en Estados Unidos, un estudio realizado en 2004 por The Standish Group denominado CHAOS (The Standish Group, 2004), arrojó los siguientes resultados: El 71% de los proyectos de informática enfrentan problemas durante su ejecución. Del total de proyectos que se emprendieron en Estados Unidos, el 18% se cancelaron, en promedio los proyectos se excedieron un 53% por encima del costo estimado originalmente, y tardaron un 84% más del tiempo planeado inicialmente.

Hace algunos años a nivel mundial se agudizó el problema de la adopción de los MMPS, debido a que aumentó el número de las micro, pequeñas y medianas organizaciones (MIPYMES). Estas organizaciones tienen más restricciones de recursos humanos, materiales, económicos y de infraestructura que las grandes organizaciones. Una manera de definir a las organizaciones MIPYMES es mediante el número de personas que laboran en ella. En México la Secretaría de Economía (Economía, 2004) clasifica las organizaciones de acuerdo al número de empleados como se muestra en la Tabla I.

Tabla 1. Clasificación de las organizaciones por el número de empleados

Tipo de empresa		Número de empleados
Micro	1-10	
Pequeña	11-50	
Mediana	51-100	
Grande	101 en adelante	

Por lo tanto, en nuestro estudio una MIPYME es aquella organización que tiene menos de 100 empleados.

Richardson y otros mencionan (Richardson y Gresse, 2007) que la industria de software en su mayoría está constituida por MIPYMES. En USA, Brasil, Canadá, China, India, Finlandia, Irlanda, Hungría y en muchos otros países, las pequeñas organizaciones representan el 85% de todas las organizaciones de software. En Europa según el Instituto Europeo del Software (ESI)³, el 85% de las compañías del sector de las tecnologías de la información son muy pequeñas, entre 1 y 10 empleados. Según Mayer y Bunge (Mayer y Bunge, 2004), en Latinoamérica el 75% de las organizaciones de software tienen menos de 50 empleados, además Fayad y otros (Fayad, *et al.*, 2000) dicen que aproximadamente el 94% de las organizaciones que desarrollan software son MIPYMES y desarrollan productos significativos que, para su construcción, necesitan prácticas eficientes de ingeniería del software.

En la actualidad existen muy pocas MIPYMES que utilizan MMPS, generalmente una minoría inicia su adopción o las que lo hacen la abandonan. Hasta hace algunos años se pensaba que el problema principal era generado por las características de los MMPS. Por esta razón se estuvieron “adaptando”, modificando y creando nuevos modelos enfocados a MIPYMES, por ejemplo el Modelo de Procesos de Software (MoProSoft) (Oktaba, 2006) desarrollado en México.

³ Consultado en línea noviembre del 2008. <http://www.esi.es/>

Con esas medidas se obtuvieron ciertos beneficios para las organizaciones y se solucionaron algunos de los problemas (modelos más sencillos, más cortos y más económicos), pero aun así se sigue teniendo serios problemas en la adopción.

Los problemas principales de todos los MMPS (tanto modelos para grandes organizaciones como para MIPYMES), es que no especifican los pasos o las actividades que se deben realizar para poder adoptarlos en la organización y que solo se enfocan en la parte técnica y no toman en cuenta la parte social, lo que hace que los modelos sean buenas bases teóricas pero dejan de lado las reacciones tanto personales y grupales que genera la adopción.

Por esta razón, en este trabajo se describe la elaboración de un modelo en adopción de MMPS, el cual es una guía que establece las actividades a realizar, tanto en las áreas técnicas como sociales, con el objetivo de apoyar a una organización en su proceso de adopción de un MMPS. A pesar de que este modelo se pensó específicamente para MoProSoft, el modelo en sí, es tan general que se podría adaptar a otros MMPS con relativa facilidad.

1.2. Planteamiento del problema

A pesar de las ventajas que ofrece la norma mexicana MoProSoft, muy pocas organizaciones han empezado el proceso de adopción de la norma o muchas de las que lo iniciaron ya lo abandonaron. Oficialmente a partir del 2005 hasta el 2007, de un total de 150 organizaciones que iniciaron el proceso de adopción, 142 lo abandonaron y solo ocho organizaciones habían sido evaluadas con los siguientes resultados⁴: dos se encontraban en el nivel dos, cinco se encontraban en el nivel uno y una se encontraba en el nivel cero.

⁴ Información consultada en noviembre 2007 en la página <http://www.nyce.org.mx/dictamenes.htm>

Según los datos publicados por Normalización Y Certificación Electrónica A. C. (NYCE) en su página de internet, hasta septiembre del 2008⁵ el número de organizaciones que tenían algún tipo de certificación era de 77. De ellas, 72 estaban en el nivel uno, cuatro en el nivel dos y uno en el nivel cero. A pesar de que este panorama aparentemente ha mejorado en el último año (debido a que aumentó el número de organizaciones en nivel uno), creemos que esta situación no significa que dichas organizaciones han adoptado a MoProSoft; más aun, muchos investigadores consideran que es relativamente más sencillo llegar al nivel uno, que moverse de éste a un nivel dos o tres. Por lo que muchas de las organizaciones que están en el nivel uno corren el riesgo de quedarse estancadas o incluso abandonar el proceso de adopción. Debido al problema anterior surgieron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué actividades se deben realizar para que una organización adopte un MMPS?
2. ¿Cómo influye en las personas la adopción de un MMPS?
3. ¿Qué factores influyen (tanto positivo como negativamente) en el proceso de adopción de un MMPS?
4. ¿Cómo se mide la adopción de un MMPS?
5. ¿Qué características debe tener un modelo que guíe a las organizaciones en el proceso de adopción de MMPS?

1.3. Objetivo de la investigación

Para dar respuesta a las preguntas de investigación anteriores, se planteó un objetivo general que puede resumirse de la siguiente manera:

Diseñar un modelo de adopción para la norma mexicana del software, MoProSoft, en las MIPYMES.

⁵ Información consultada en septiembre 2008 en la página <http://www.nyce.org.mx/dictamenes.htm>

Para cumplir este objetivo, se realizaron una serie de actividades que brevemente se explican a continuación:

1. *Se realizó un estudio exploratorio*. Fue necesario este estudio exploratorio porque después de hacer una revisión bibliográfica exhaustiva se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- No existen teorías previas sobre adopción de MMPS.
- Se sabe muy poco sobre la adopción de los MMPS.
- Los estudios que se han realizado en las organizaciones de software sólo identifican factores que limitan la implantación de los MMPS y no contemplan el proceso de adopción.
- Solamente existen estudios previos que tratan sobre adopción de tecnología y no de MMPS.

2. *Se identificaron los factores que tienen más impacto en el proceso de adopción de MoProSoft*. Para identificar estos factores, primero se definieron las etapas de un proceso de adopción, posteriormente se extrajeron de artículos y estudios previos los factores más relevantes referentes a cada etapa, y finalmente se agruparon todos los factores identificados.

3. *Se realizó un estudio descriptivo*. El objetivo de este estudio es medir los conceptos o variables que están presentes en nuestro problema de estudio. Se diseñaron cinco instrumentos de valoración, los cuales miden el impacto de estos factores y se definieron los mecanismos de interpretación de los resultados.

4. *Se diseñó el modelo de adopción para MoProSoft*. Este modelo de adopción se puede definir como sigue: “una guía en la que se especifican los pasos que se deben realizar para que los individuos de una organización, reciban y hagan propios: conocimientos, formas de trabajo, perfiles de empleados y procesos definidos en MoProSoft de tal manera que sea su nueva conducta y forma de trabajar dentro de la organización”.

En el Capítulo II se analizan con más detalle las actividades que se siguieron para elaborar el modelo de adopción de MMPs.

I.4. Aportaciones

En general, este trabajo de investigación proporciona un entendimiento más profundo acerca de las dificultades que enfrentan las organizaciones para adoptar una MMPs. En particular, este trabajo propone un modelo de adopción de un MMPs que combina los factores técnicos (que tradicionalmente son los únicos que la mayoría de los investigadores en computación se enfocan) con los factores sociales (muchos investigadores reconocen la importancia de estos factores, pero son pocos en el área de computación que los manejan).

En este trabajo también se definen las etapas de un proceso de adopción de un MMPs, se identificaron y recopilamos los factores más relevantes o que tienen más impacto en un proceso de adopción.

Un punto importante de este trabajo es que se diseñó un conjunto de instrumentos de valoración llamado PrediSoft, el cual consiste de cinco elementos y mide el impacto de estos factores en cada una de las etapas del proceso de adopción. Estos elementos son:

- a. Un instrumento de valoración para seleccionar el agente de cambio
- b. Instrumento de valoración para medir la sensibilización al cambio
- c. Instrumento de valoración para medir la intención de uso del MMPs.
- d. Instrumento de valoración para medir la adopción del MMPs
- e. Instrumento de valoración para medir la motivación y el compromiso.

Desde el punto de vista didáctico, una contribución importante (y que fue elogiada por expertos en el área durante su presentación en un congreso (Espinosa-Curiel, y otros, 2008)) es el desarrollo de una técnica de visualización de procesos de desarrollo de software llamada dimods. Los dimods describen en forma gráfica y simplificada todos los

elementos más relevantes de un MMPS. En total se elaboraron 42 diagramas para MoProSoft (el registro de derechos de autor de los dimods se encuentra en trámite).

En este trabajo también se define la teoría unificada de adopción de MMPS (TUAMMPS). Esta teoría sugiere que cuando una persona quiere adoptar un MMPS existen un conjunto de factores que influyen (algunos facilitan y otros limitan) en su decisión de cuándo y cómo la persona lo adoptará.

I.5.Relevancia

En el presente trabajo de investigación se combinan conocimientos de ingeniera de software con los de las áreas sociales como desarrollo organizacional, psicología, recursos humanos, formación de competencias, motivación y compromiso. Debido a esa situación es posible que a las personas de nuestra área les pueda parecer extraño o inadecuado relacionar las ciencias de la computación con las ciencias sociales o surgirles la pregunta de que si en un estudio se usan las ciencias sociales, éste continúa perteneciendo a las ciencias de la computación o cuál es la relación que guardan ambas áreas.

Primero es necesario definir qué áreas debe contemplar las ciencias de la computación, y sobre este tema existe una gran controversia. Según (Denning, 2005) las ciencias de la computación es una potente mezcla de ciencia, ingeniería, matemáticas y arte, en la cual existen algunas áreas que son primariamente ciencia, por ejemplo algoritmos experimentales, ciencias de la computación experimental, y sugiere que algunas otras son primariamente ingeniera, por ejemplo diseño, desarrollo, ingeniería de software e ingeniera de la computación.

Según (Denning, 2005) la ciencia de la computación estudia procesos de información artificiales o naturales y se convierte en una ciencia exacta cuando trabaja con predicción y verificación por observación, medición y experimentación.

Por lo tanto, este trabajo de investigación es un trabajo exacto de ciencias de la computación debido a que se analizan los procesos de información que se genera en una empresa de desarrollo de software y se trata de predecir y verificar el comportamiento (cuando se trata de adoptar un MMPS) por observación, medición y experimentación. Además, para poder elaborarlo se debe dominar los aspectos técnicos del desarrollo de software y de los MMPS.

Este trabajo establece las bases teóricas y todos los elementos necesarios para posteriormente desarrollar una guía de adopción de MMPS en Internet, la cual será un sistema que facilite la administración y distribución de las actividades, ayude a automatizar los cálculos de los resultados de los instrumentos y facilite la difusión de la información de la situación de la adopción del MMPS en la organización.

I.6.Descripción del contenido

A continuación se describe brevemente el contenido de los capítulos restantes. El Capítulo II describe la metodología que se siguió para elaborar el modelo de adopción. El Capítulo III muestra el estado del arte sobre los problemas de la adopción de los MMPS y las soluciones propuestas por otros investigadores. El Capítulo IV analiza el impacto de la adopción de un MMPS en la organización y en las personas y se describe las etapas de un proceso de adopción de los MMPS. El Capítulo V describe el modelo propuesto de adopción de MMPS llamado MOADME. El Capítulo VI define las características de un experimento para probar el uso del MOADME y formula las hipótesis de investigación y los criterios de aceptación o rechazo de las hipótesis. El Capítulo VII detalla cada uno de los cinco instrumentos de valoración que conforman PrediSoft. El Capítulo VIII propone y describe la teoría de adopción de MMPS llamada TVAMMPS. El Capítulo IX detalla la técnica de visualización de procesos de software llamada dimods y finalmente, el Capítulo X presenta la discusión del trabajo realizado, las principales aportaciones que surgen como producto del presente trabajo y las posibles líneas de investigación que se pueden seguir como trabajo futuro.

Posteriormente se incluyen los siguientes anexos: El Anexo A define los constructores de los instrumentos de valoración. El Anexo B presenta el documento del modelo MOADME; el Anexo C presenta el instrumento de valoración *PrediSoft – sensibilización al cambio*; el Anexo D presenta el instrumento de valoración *PrediSoft – selección del agente de cambio*; el Anexo E presenta el instrumento de valoración *PrediSoft – intención de uso del MMPs*; el Anexo F presenta el instrumento de valoración *PrediSoft – adopción del MMPs* y el Anexo G presenta el instrumento de valoración *PrediSoft – motivación y compromiso*.

En este capítulo se da una breve descripción de las actividades que se siguieron para elaborar el modelo de adopción de MMPS. Específicamente se analizaron los modelos de mejora de procesos (MMPS), el proceso de cambio y las teorías sobre adopción de tecnologías. Posteriormente se explica cómo se elaboraron los instrumentos de valoración y el modelo de adopción.

II.1. MMPS

Primero se analizaron los siguientes modelos de mejora de procesos: por el SEI, el SW-CMMI, el PSP y el TSP; por la ISO, el ISO/IEC 12207; finalmente por el ProSoft, el MoProSoft. El análisis de estos modelos se enfocó en las siguientes áreas:

1. **Información básica.** Se identificó la motivación de la creación y las características de los MMPS.
2. **Análisis de la estructura.** Se estudió la estructura de los MMPS existentes para que al momento de diseñar el nuevo modelo, éste fuera compatible con los mencionados anteriormente.
3. **Análisis de la adopción en el contexto de las MIPYMES.** Se identificaron las ventajas y desventajas de adoptar los MMPS en el contexto de las MIPYMES y se realizó un análisis comparativo entre los MMPS.

El análisis de las características de los MMPS así como de la adopción en el contexto de las MIPYMES fue necesario para poder definir la estructura del modelo de adopción de los

MMPs. En la Figura 1 esa dependencia se representa con una línea punteada que inicia en la actividad *análisis de las características* del cuadro morado y termina en la actividad *definición de la estructura* del cuadro amarillo.

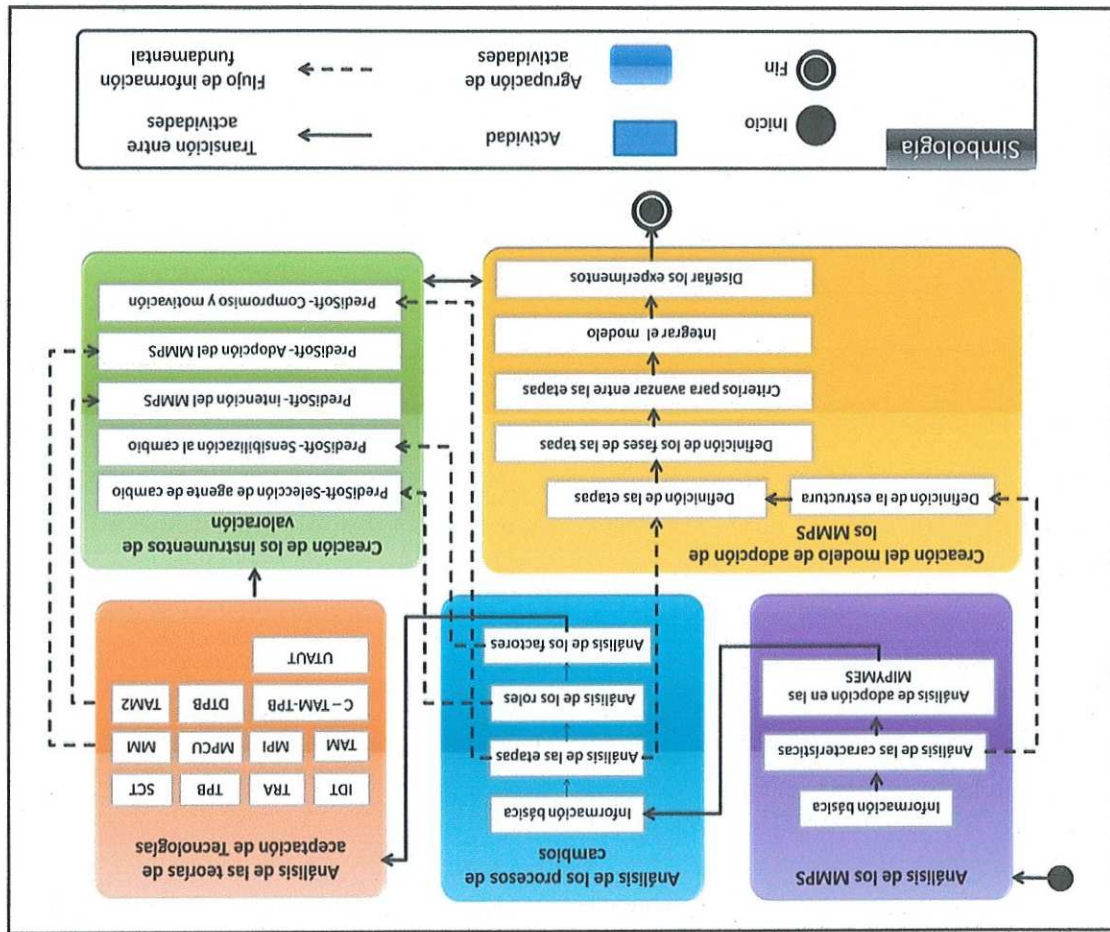


Figura 1. Metodología para la elaboración del modelo de adopción de los MMPs

II.2. Procesos de cambio

En esta sección se identificaron los siguientes elementos para el análisis de los procesos de cambio:

1. Información básica. Se definió el proceso de cambio, las características y el impacto que el cambio genera en las organizaciones.

2. **Análisis de las etapas.** Se identificaron las etapas que existen en un proceso de cambio, sus características y los elementos que deben considerarse.
3. **Análisis de los roles.** Se identificaron los diferentes roles que existen en el proceso de cambio y las características de cada uno.
4. **Análisis de los factores.** Se identificaron los factores que son útiles para medir la resistencia o flexibilidad ante el cambio en los individuos.

La información obtenida del análisis de proceso de cambio se tomó en cuenta para el diseño del modelo de adopción del MMPS. En la Figura 1 esa relación se representa con una línea punteada que inicia en la actividad *análisis de las etapas* del cuadro azul y termina en la actividad de *definición de las etapas* del cuadro amarillo,

La información del análisis de las etapas se tomó en cuenta para el diseño del instrumento de valoración *PrediSoft - compromiso y valoración*. En la Figura 1 esa relación se representa con una línea punteada que inicia en la actividad *análisis de las etapas* del cuadro azul y termina en la actividad de *PrediSoft - compromiso y valoración* del cuadro verde.

La información obtenida del análisis de los roles se tomó en cuenta para el diseño de instrumento de valoración *PrediSoft - selección del agente de cambio*. En la Figura 1 esa relación se representa con una línea punteada que inicia en la actividad *selección del agente de cambio* del cuadro azul y termina en la actividad *PrediSoft - selección del agente de cambio* del cuadro verde.

La información obtenida del análisis de los factores que se presentan en la resistencia al cambio se tomó en cuenta para elaborar el instrumento de valoración *PrediSoft - sensibilización al cambio*. En la Figura 1 esa relación se representa con una línea punteada que inicia en la actividad *análisis de los factores* del cuadro azul y termina en la actividad *PrediSoft - sensibilización al cambio* del cuadro verde.

II.3. Teorías para la adopción de tecnología

Para el análisis de las teorías de adopción de tecnologías se identificaron los siguientes elementos:

1. **Análisis de los constructores.** Se identificaron los factores que impulsan a utilizar una tecnología y se exploró su uso en la adopción de MMPS.
2. **Análisis de los moderadores.** Se identificaron los factores que limitan u obstruyen el uso de una tecnología y se exploró su uso en la adopción de MMPS.
3. **Análisis comparativo de los modelos.** Se realizó un análisis comparativo entre las teorías o modelos de aceptación de tecnología, con base en su eficiencia, sus restricciones y los elementos que lo componen.

El análisis de los constructores y moderadores fue necesario para poder elaborar los instrumentos de valoración *PrediSoft* - *intención de uso del MMPS* y el de *PrediSoft* - *adopción de los MMPS*. En la Figura 1 cada una de esas dependencias se representa con una línea punteada. La primera inicia en el grupo de actividades del cuadro naranja y termina en la actividad *PrediSoft* - *intención de uso del MMPS* del cuadro verde. La segunda inicia también en el mismo grupo de actividades del cuadro naranja y termina en la actividad *PrediSoft* - *adopción del MMPS* del cuadro verde.

II.4. Elaboración de los instrumentos de valoración (PrediSoft)

Para elaborar cada instrumento de valoración se analizaron las investigaciones y estudios previos en cada área. Con base en dichas investigaciones se identificaron los factores que describen el comportamiento que se quiere medir, se elaboraron las preguntas para cada factor, las escalas para su medición y su interpretación.

1. **Instrumento PrediSoft - selección de agente de cambio.** Este instrumento se diseñó para seleccionar el agente de cambio.

2. **Instrumento PrediSoft - sensibilización al cambio.** Este instrumento se diseñó para medir la sensibilización al cambio en la organización.
3. **Instrumento PrediSoft - Intención de uso del MMPs.** Este instrumento se diseñó para medir la intención de uso del MMPs en la organización.
4. **Instrumento PrediSoft - Adopción del MMPs.** Este instrumento se diseñó para medir la adopción del uso del MMPs en la organización.
5. **Instrumento PrediSoft - Motivación y compromiso.** Este instrumento se diseñó para medir la motivación y compromiso en la organización.

II.5. Modelo de adopción de MMPs (MOADME)

A continuación se describen las cinco actividades realizadas para la elaboración del modelo de adopción:

1. **Estructura.** Se encontró una estructura común en todos los MMPs analizados, todos son modelos incrementales medidos por niveles, además de que son modelos basados en la mejora continua que se traduce en modelos iterativos. Considerando esas características, el modelo propuesto de adopción es un modelo incremental y cíclico y su estructura consiste en etapas que a su vez están divididas en fases.
2. **Etapas.** Con base en las teorías de cambio organizacional como la que propone Lewin (Lewin, 1952), se propusieron 3 etapas, se definen sus características y su alcance. En cada etapa se toman en cuenta las áreas sociales y las áreas técnicas.
3. **Fases de cada una de las etapas.** Para cada una de las etapas se definieron fases. Las fases definieron actividades que se tienen que realizar para poder lograr el objetivo de la etapa.
4. **Criterios para avanzar entre etapas.** Para poder avanzar entre las etapas se definieron los niveles mínimos los factores (que se miden con los instrumentos de valoración), si no se alcanzan dichos niveles se deben reafirmar algunas fases de la etapa presente.

5. **Integración del modelo.** Una vez que se definió la estructura del modelo, las etapas, las fases para cada etapa, los instrumentos de valoración y los criterios para avanzar entre las etapas, se integraron todas estas partes, se especificó su orden y funcionamiento y se generó el modelo de adopción.
6. **Diseño de los experimentos.** Se elaboraron las preguntas de investigación, las hipótesis, las actividades a realizar, el plan para validar los experimentos y la planeación de las actividades.
- En este capítulo se detallaron las actividades realizadas en esta investigación para elaborar el modelo de adopción de MMPs. En el siguiente capítulo se analizan los problemas que se generan al adoptar MMPs en las MIPYMES.

Capítulo III

Los problemas de adoptar MPS en las MIPYMES

Con el aumento de MIPYMES dedicadas al desarrollo de software se agudizó el problema de adopción de los MPS, ahora se tenía que encontrar alguna manera para que en el contexto de las MIPYMES (donde existen fuertes limitaciones económicas y de recursos) se tuvieran procesos que permitieran producir software con procesos de calidad.

Para solucionar dicho problema se realizaron principalmente tres actividades: se aplicaron directamente los modelos consolidados en el contexto de las MIPYMES, se adaptaron los modelos consolidados, y se crearon nuevos modelos por medio de la mezcla y “adaptaciones” de los procesos de los modelos consolidados. A continuación se da una breve descripción de los modelos consolidados y posteriormente se describen con más detalle los tres tipos de actividades que se acaba de mencionar.

III.1. Los MPS consolidados

A continuación se da una breve descripción de los modelos consolidados ISO 9000, ISO 12207, CMMI-SW, TSP y PSP. Posteriormente se hace una comparación de las ventajas y desventajas de adoptarlos en las MIPYMES.

III.1.1. ISO 9000

El modelo ISO 9000 es un conjunto de estándares internacionales para la gestión y aseguramiento de la calidad, en él se especifican los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto. El estándar se

basa en un conjunto de principios de gestión de la calidad: enfoque al cliente, liderazgo, implicación de todo el personal, enfoque a procesos, enfoque del sistema hacia la gestión, mejora continua, enfoque objetivo hacia la toma de decisiones y relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores. La norma más famosa del ISO 9000 es la ISO 9001-2000 la cual se divide en ocho secciones: ámbito, referencia normativa, términos y definiciones, requisitos del sistema, responsabilidades de la dirección, gestión de los recursos, realización del producto, medición, análisis y mejora.

III.1.2. ISO/IEC 12207: AMD.1:2002

El estándar ISO/IEC 12207: AMD.1:2002 es una enmienda interna para el ISO/IEC 12207, el cual contiene un modelo de referencia de proceso. En dicho modelo se definen los procesos, sus propósitos y sus resultados. Los procesos del ISO/IEC 12207:1995/AMD.1:2002 se divide en tres tipos diferentes:

- Primarios. Estos procesos sirven a grupos o personas primarias del ciclo de vida del software. Un grupo o persona primaria es aquel que inicia o realiza el desarrollo, operación o mantenimiento de productos de software.
- Soporte. Estos procesos dan soporte a otros procesos, contribuyendo a su realización exitosa y a la calidad del proyecto de software.
- Organizacional. Estos procesos los realiza la organización para establecer e implementar una infraestructura, comúnmente se realizan de manera independiente a los proyectos de desarrollo específicos.

III.1.3. CMM – CMMI

El modelo CMMI es un modelo creado por el *Software Engineer Institute* (SEI) y constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos. El proporciona una base para la evaluación de la madurez y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de los procesos.

El modelo CMMI se presenta de dos formas: continua (capacidad de cada área de proceso) y/o por etapas (madurez organizacional). La representación por etapas proporciona un mapa predeterminado, dividido en etapas (los niveles de madurez), para la mejora organizacional basada en procesos probados, agrupados y ordenados y sus relaciones asociadas. La representación continua enfoca la capacidad de cada área de proceso para establecer una línea a partir de la cual medir la mejora individual en cada área. Ambas representaciones incluyen metas (genéricas y específicas, definiciones de resultados a obtener por la implementación efectiva de los grupos de prácticas) y prácticas (genéricas y específicas, acciones a realizar para cumplir objetivos de área de proceso).

III.1.4. PSP

El modelo de procesos PSP (Personal Software Process) se diseñó para ayudar a los ingenieros de software a controlar, manejar y mejorar su trabajo. En los proyectos de desarrollo de software los costos del personal constituyen un 70 % del costo total, por lo tanto, es importante conocer las capacidades y hábitos de trabajo de los empleados para poder determinar los resultados que se pueden obtener. El modelo PSP consta de siete niveles de procesos. Cada nivel introduce nuevos elementos y documentos que se vuelven más complejos conforme los ingenieros de software buscan niveles más altos. El diseño de PSP se basa en los siguientes principios de planeación y de calidad (Humphrey, 2000):

- Cada ingeniero es esencialmente diferente; por lo tanto, cada ingeniero debe planear su trabajo de acuerdo con sus características.
- Para mejorar constantemente su funcionamiento, los ingenieros deben utilizar personalmente procesos bien definidos y medidos.
- Para desarrollar productos de calidad, los ingenieros deben sentirse personalmente comprometidos con la calidad de sus productos.

- Para hacer un trabajo de ingeniería de software de la manera correcta, los ingenieros deben planear de la mejor manera su trabajo antes de comenzar y deben utilizar un proceso bien definido.
- Para que los desarrolladores lleguen a entender su funcionamiento de manera personal, deben medir el tiempo que pasan en cada proceso, los defectos que encuentran y remueven de cada proyecto, y finalmente medir los diferentes tamaños de los productos que producen.

III.1.5. TSP

El modelo TSP (Team Software Process) se diseñó para apoyar a los ingenieros de software a hacer su trabajo en forma grupal. TSP dice cómo construir equipos autodirigidos y cómo desarrollarse como un miembro eficiente del equipo. También muestra a la gerencia cómo guiar y apoyar a los equipos y cómo mantener un entorno de alto desempeño de los mismos. Este modelo tiene cinco objetivos:

- Crear equipos autodirigidos que puedan planear y dar seguimiento a su trabajo, establecer metas y sus propios planes de proceso.
- Mostrar a los administradores cómo deben dirigir y motivar a sus equipos para tener desempeños sustanciales.
- Acelerar la adopción de CMM nivel 5 y proveer una guía de calidad en organizaciones de alta maduración.
- Facilitar la enseñanza de tareas de equipos de niveles industriales.

El principal beneficio del modelo TSP es que hace dueños de sus planes y procesos a los ingenieros de software con el objetivo de aumentar la calidad de los productos por medio de costos planeados en periodos más cortos.

III.2. Uso de los MMPS consolidados en el contexto de las MIPYMES

Inicialmente se probaron los modelos consolidados diseñados para grandes organizaciones en el contexto de las MIPYMES en diferentes países y en organizaciones de diferentes tamaños, el resultado fue que dichos modelos ofrecían más desventajas que ventajas y era muy difícil y costoso adoptarlos exitosamente al contexto de las MIPYMES.

En diferentes investigaciones alrededor del mundo se han identificado los problemas relacionados con los MMPS consolidados en el contexto de las MIPYMES. Los problemas principales son que estos modelos no tienen una guía de adopción, suponen que las organizaciones cuentan con suficiente personal y dicho personal tiene conocimiento especializado, indican qué hacer pero no cómo hacerlo, son demasiados costosos y traen beneficios a largo plazo.

En un estudio hecho en Turquía, Demirors y Demirors (Demirors y Demirors, 1998) determinaron que los MMPS explican en mayor o menor grado los elementos que deben existir para que se eleve la calidad en los productos de software, pero por lo general, no proveen una guía de dónde empezar y de cómo hacer que se adopten esos elementos. Ese problema se magnifica cuando dichos modelos se quieren adoptar en el contexto de una MIPYMES debido a que no existe información sobre qué se tiene que hacer en situaciones con limitaciones sustanciales de recursos humanos y económicos.

Los MMPS actuales, implícitamente suponen que una organización de software cuenta con los recursos para formar equipos de trabajo multidisciplinario que trabajen en paralelo y que dicho personal cuenta con conocimiento especializado, por ejemplo, en métricas de software, en planeación estratégica, control de configuración, en bases de conocimiento, etc.

Además, Niazi y otros (Niazi, *et al.*, 2004) mencionan que los modelos son normativos solo indican "qué hacer" pero no especifican "cómo hacerlo", por ejemplo indican que se tiene que hacer métricas de software pero no dicen cómo se deben hacer. Esa característica limita la adopción en las organizaciones. En muchas ocasiones resulta abrumador para las organizaciones tener que realizar sus proyectos y a la par estar investigando o preparándose en diferentes áreas.

En general los grandes modelos son muy costosos para las MIPYMES. Por ejemplo, según Hyde y Wilson (Hyde y Wilson, 2004) un proceso de adopción de CMMI cuesta en promedio \$245,000 dólares anuales, requiere en promedio 22 meses para pasar del nivel 1 al 2 y de 19 meses del nivel 2 al 3; en promedio a las organizaciones les toma 79 meses para llegar al nivel 5. Además, estiman que la tasa de fracaso en la adopción del modelo CMMI es de un 70%.

En Australia se realizó otro estudio por Staples y otros (Staples, *et al.*, 2006) en el que se determinó que las organizaciones no adoptan a CMMI debido a que es demasiado costoso, requiere demasiado tiempo, no muestra beneficios claros, y los beneficios que ofrece no son necesarios para muchas de las organizaciones, estos problemas aumentan cuando se quieren adoptar en una MIPYMES.

En Estados Unidos se realizó un proyecto encabezado por Coleman y otros (Coleman, *et al.*, 2005). En este proyecto se evaluó la adopción de CMMI en las pequeñas organizaciones estadounidenses y los resultados obtenidos demuestran que la falta de aceptación y compromiso de los recursos humanos en el proceso de adopción del modelo de calidad limitan la adopción. En este estudio identifican que la adopción de los modelos se realiza desde niveles gerenciales a niveles inferiores. Esto se traduce en un freno a la adopción ya que es impuesto a la organización y en muchas ocasiones ni los niveles gerenciales conocen los objetivos de la adopción de los modelos. Además, utilizar CMMI en las MIPYMES tiene costos muy altos.

En Australia, Cater-Steel y otros (Cater-steel, *et al.*, 2006) guiaron de manera exitosa la adopción de ISO/IEC 12207 en tres MIPYMES, aunque se especifica que el proceso para hacerlo fue difícil y un factor determinante en el éxito fue el entusiasmo y el compromiso de las organizaciones y sus trabajadores de adoptar el modelo de calidad el cual no es la situación de la gran mayoría de las organizaciones.

III.3. Adaptación de los MMPS al contexto de las MIPYMES

Debido a que los modelos consolidados ofrecían muchas desventajas cuando se querían adoptar en las MIPYMES, se empezaron a realizar investigaciones tratando de adaptar dichos modelos a las características de los procesos que se realizaban en las MIPYMES.

La *adaptación del proceso de software* (en inglés, *software process tailoring*) consiste en adaptar y particularizar la descripción general del proceso para obtener un nuevo proceso adaptado, aplicable a un entorno alternativo y probablemente menos general (Ginsberg, *et al.*, 1995). Es decir, adaptar un proceso de software a las necesidades concretas de una organización o un proyecto dado. La adaptación del proceso de software puede tener lugar en dos niveles diferentes: a nivel organizacional o a nivel de proyecto.

Horvat y otros (Horvat, *et al.*, 2000) sugieren que a pesar de que los modelos consolidados están enfocados principalmente a las grandes organizaciones u organizaciones, estos modelos, si se adaptan, pueden apoyar substancialmente a las MIPYMES. De la idea anterior, ellos crearon el modelo PROCSSUS, el cual establece una serie de procedimientos y documentos estandarizados, donde cada procedimiento provee una guía de cómo se deben realizar las actividades, quién está involucrado, y cuáles documentos son necesarios. El uso de estos modelos de calidad ayuda a los equipos de trabajo a solo preocuparse en cómo hacer las cosas y no qué hacer.

Según Pedreira y otros (Pedreira, et al., 2008) las consecuencias de una mala adaptación del proceso de software pueden ser devastadoras para la organización. En primer lugar, factores como el presupuesto, tiempo de desarrollo y calidad del producto dependen directamente de la adecuación del proceso de software a los proyectos. Un proceso de software mal adaptado a la organización/proyecto puede incluir actividades innecesarias que suponen una pérdida de tiempo y dinero, o la omisión de algunas necesarias, que puede afectar a la calidad del producto. Además, una mala adaptación del proceso de software puede dar lugar a problemas con respecto a la conformidad con estándares como ISO 9000 o CMMI. Por último, y no por eso menos importante, la adaptación del proceso de software también influye en la satisfacción del personal, pues se requiere un tiempo adicional en actividades para la adaptación.

La adaptación del proceso de software en las MIPYMES es normalmente una actividad difícil. Ellas no suelen tener un entorno de desarrollo de software tan bien organizado como las grandes organizaciones y la experiencia y los recursos de los responsables de esta actividad suelen ser mucho más limitados.

Finalmente, los resultados de “adaptar” los modelos con la finalidad de utilizar solamente los procesos que se realizaban en las MIPYMES, no fueron los esperados por dos razones: primero, porque no existen metodologías en las que se especificara cómo adaptar los modelos consolidados a las MIPYMES, por lo tanto, existía mayor riesgo de fracaso; segundo, los modelos tenían ciertas dependencias con otros procesos, por lo tanto, era difícil poder obtener una certificación de una adopción de un modelo que tenía las bases de un CMMI o un ISO-9000, pero que no realizaba todo lo que el modelo requería.

III.4. Generar nuevos MMPS específicos para MIPYMES

Finalmente, se seleccionaron los procesos de los MMPS consolidados que normalmente se realizaban en las MIPYMES, los modificaron y los mezclaron entre sí, esa mezcla generó modelos más pequeños con procesos que se adaptan a las MIPYMES, un ejemplo es el

modelo mexicano MoProSoft, que se basa en el ISO/IEC 12207 y en ISO 9000 (Oktaba, 2003).

Zeineddine y Mansour (Zeineddine y Mansour, 2003) mencionan que las organizaciones pequeñas no son capaces de solventar los gastos relacionados con establecer los programas de MPS clásicos, por lo tanto, se requiere que se creen nuevos modelos de calidad diseñados específicamente para pequeñas organizaciones. Además, especifican que los modelos tienen que basarse en los siguientes 3 principios:

- Cualquier modelo debe ser lo bastante amplio para incluir las mayores tendencias.
- Cualquier modelo debe contestar la pregunta de ¿cómo se deben hacer las cosas?
- Cualquier modelo debe ser lo suficientemente práctico para que se adopte en pequeñas organizaciones.

Pero crear un modelo con estas características no es una tarea sencilla, Richardson (Richardson, 2002) determina que las características de un modelo de calidad para que se adopte exitosamente en las MIPYMES son:

- Debe estar de acuerdo con las metas de la compañía.
- Debe enfocarse en los procesos de software más importantes.
- Debe dar el mayor rendimiento posible de dinero.
- Debe mejorar la calidad en tiempos cortos.
- Debe proporcionar un alto y rápido retorno de inversión.
- Se debe orientar a los procesos y debe estar relacionado con otros modelos de calidad.
- Debe ser flexible y fácil de usar.

Aun en pequeñas organizaciones se pueden establecer procesos de mejora de la calidad, existen modelos que consideran los modelos típicos de negocios, metas y características de pequeñas organizaciones. Un ejemplo de ellos son los modelo RAPID (Cater-steel, et al., 2006), TAPISTRY (Kuvaja, et al., 1999), MESOPYME (Calvo Manzano, et al., 2002) y MoProSoft (Oktaba, 2003).

En Libano, Zeineddine y Mansour (2003) crearon un MMPS para las MIPYMES llamado SQIMSO; además, identificaron que los factores que tienen más impacto en el fracaso de la adopción son: los costos, la carencia de información acerca de cómo se debe adoptar los MMPS, la carencia de una cultura empresarial sobre calidad donde se involucran todos los empleados, y finalmente la problemática de que los MMPS se pueden volver demasiados burocráticos.

En Eslovenia, Horvat y otros (Horvat, et al., 2000) crearon el modelo de calidad PROCESSUS, el cual surge de la integración de los modelos ISO-9001, ISO 9003 y CMM. Este modelo se adoptó en 17 MIPYMES de forma exitosa. En este proyecto se identificó que el proceso de adopción en las MIPYMES puede ser muy rápido debido al número reducido de empleados de las organizaciones y que existe una alta dependencia del grado de aceptación de las metas y tareas por cada uno de los empleados, por lo tanto, se deben considerar los factores humanos, sociales y culturas de los empleados y las organizaciones. Así mismo, dicho modelo debe ser dinámico y adaptarse a las características propias de cada organización. Cabe mencionar que ellos no describen los mecanismos ni la manera en que se comprobó el éxito de la adopción.

En España, Calvo Manzano y otros (Calvo Manzano, et al., 2002) realizaron un modelo de calidad llamado MESOPYME, el cual es una guía para la mejora de procesos de software. En este estudio se identificó que la planeación y ejecución de la adopción es el principal punto de falla y que la integración de los equipos de trabajo reduce significativamente el tiempo de adopción. Este modelo establece que el papel decisivo en la adopción es el administrador general ya que si él adopta el modelo, toda la organización lo adoptará; sin embargo existen otros estudios que determinan que eso solo es el comienzo del proceso de adopción y no es garantía de éxito.

Existen diferentes iniciativas para crear modelos enfocadas a MIPYMES, pero la mayoría tiene un carácter regional y solo algunas iniciativas son de carácter internacional y avaladas por grandes organismos. Cabe mencionar que el único modelo enfocado a MIPYMES que ha tenido trascendencia internacional y que sirve de base para un estándar mundial es

MoProSoft. En este trabajo de tesis sólo se tomará en cuenta al MoProSoft y eso principalmente se debe a las siguientes razones:

- Es un modelo enfocado en las MIPYMES y particularmente se diseñó para la industria mexicana del software.
- Es un modelo que se basa en otros modelos consolidados como el CMM y el ISO 9000.
- Es un modelo que se convirtió en norma mexicana, por lo cual actualmente tiene reconocimiento nacional.
- Existe mucha difusión por parte del gobierno y proporciona apoyos económicos a las organizaciones que decidan adoptarlo.
- Actualmente algunas universidades en sus licenciaturas y maestrías están ofreciendo cursos sobre MoProSoft.
- Es un modelo que se tomó como base para el programa COMPETISOFT, el cual tiene reconocimiento a nivel Iberoamericano.
- Es un modelo que se tomó como base para el estándar internacional ISO 12209, el cual es un estándar para el desarrollo de software en pequeñas organizaciones. Se espera que dicho estándar tendrá reconocimiento mundial.

Algo que no se puede pasar por alto, es que todos los modelos tienen dos deficiencias: la primera, es que solo se enfocan a los aspectos técnicos dejando de lado los aspectos sociales y humanos, eso ha generado que las personas sientan que los modelos no tienen beneficios para ellos. La segunda deficiencia es que no cuentan con una guía de adopción que establezca los pasos que se deben seguir para aumentar la probabilidad de que se adopte con éxito un modelo.

Si bien se han creado modelos más pequeños y económicos enfocados a las MIPYMES, como MoProSoft, aun tiene una deficiencia, solo especifican lo que se debe hacer para lograr procesos efectivos, pero no especifica cómo materializar dichos cambios en las organizaciones, es decir, no explican cómo hacer la transición para que la organización los

utilice como su nueva forma de trabajo. Es por esta razón que este trabajo propone un modelo de adopción de MMPS, con una aplicación a MoProSoft.

III.4.1. Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft)

De acuerdo con un estudio hecho en el 2004, el 92% de las organizaciones que desarrollan software en México tienen menos de 100 empleados, es decir son micros, pequeñas y medianas organizaciones (MIPYMES), de ellas el 83% son micro y pequeñas organizaciones con menos de 50 empleados (Economía, 2004). Por esta razón el gobierno, la industria y el área académica le han puesto mucha atención y han apoyado lo referente al desarrollo de software en las MIPYMES.

El 9 de octubre del 2002 la Secretaría de Economía lanzó El Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT)⁶, con el objetivo de crear las condiciones necesarias para que México cuente con una industria de software competitiva internacionalmente y asegurar su crecimiento en el largo plazo. Algunos de los objetivos del PROSOFT es impulsar a la industria de software y extender el mercado de tecnologías de información en nuestro país. El PROSOFT establece metas de largo plazo, con miras a que en el año 2013 el país:

- Tenga una capacidad de exportación de software y servicios aproximadamente de cinco mil millones de dólares anuales.
- Aumente el nivel promedio de gasto en tecnologías de información con respecto al PIB para equiparar al promedio de los países de la OCDE.
- Sea líder latinoamericano de soporte y desarrollo de servicios basados en tecnologías de la información.

⁶ PROSOFT consultado en línea <http://www.software.net.mx/desarrolladores/prosoft/Programa/prosoft.htm>.

Para alcanzar estas metas, la Secretaría de Economía convocó a organismos e instituciones gubernamentales federales, estatales y municipales, así como a las propias industrias del software y el sector académico del país. El resultado fue un programa consensual, constituido por 7 estrategias:

1. Promover las exportaciones y la atracción de inversiones.
2. Educar y formar personal competente en el desarrollo de software, en cantidad y calidad conveniente.
3. Contar con un marco legal promotor de la industria.
4. Desarrollar el mercado interno.
5. Fortalecer a la industria local.
6. Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.
7. Promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones (agrupamientos empresariales).

Uno de los resultados de la implementación de la estrategia 6, se produjo cuando la Secretaría de Economía suscribió convenios de colaboración con la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, para la creación de MoProSoft y EvalProSoft.

El Modelo de Procesos para la Industria de Software (MoProSoft) es un esquema teórico que sirve de punto de referencia para imitarlo o reproducirlo donde se definen procesos de desarrollo de software efectivos basados en otros modelos que están ampliamente probados como el CMMI y el ISO 9001:2000. El propósito del MoProSoft es fomentar la estandarización de su operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software. La adopción del modelo permitirá elevar la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad (Oktaba, 2006).

MoProSoft está enfocado en procesos y considera los tres niveles básicos de la estructura de una organización que son: la alta dirección, la gestión y la operación. El modelo pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua.

En México en el 2007, el 92.8 de las organizaciones abandonaron la adopción de MoProSoft, lo que sugiere que el abandono de la adopción de modelos como los modelos enfocados a MIPYMES, en grandes y pequeñas organizaciones. Por lo tanto, el éxito de la adopción va mas allá de las características y ventajas de los modelos, si bien es un factor importante no es un factor decisivo; lo que sí es determinante es que todos los modelos los utilizan las personas, y éstas tienen percepciones y comportamientos que pueden influir en la adopción del modelo, por lo que el éxito o fracaso dependerá de ellas.

III.5. Aspectos comunes y comparativos de los MMPS

La principal desventaja de los modelos enfocados a las organizaciones como el ISO 9001, el CMMI y el ISO/IEC 12207 es que se diseñaron para las características de organizaciones medianas y grandes, lo que dificulta su adopción en las MIPYMES; la excepción es MoProSoft ya que es el modelo que ofrece más ventajas para las MIPYMES porque se diseñó especialmente para ese tipo de organizaciones.

En la Tabla II se muestra de manera conjunta las ventajas y desventajas de todos los modelos consolidados y las de MoProSoft. A partir de esta tabla se hacen las siguientes afirmaciones:

- Todos los modelos consolidados solo consideran la parte técnica y no toman en cuenta la parte social. Aun cuando los modelos TSP y PSP se enfocan en el personal y en grupos de trabajo, dicho enfoque solo es en procesos y productos de desarrollo de software (aspectos técnicos).

Tabla II. Concentrado de las características de los MMPS

Modelo	Ventajas	Desventajas
ISO 9000	• Amplia aplicabilidad • Libertad de interpretación • Imagen internacional • Afecta a muchas áreas funcionales • Mejora continua	• Es muy general • No existen directrices en muchas áreas • Inversión inicial muy fuerte • Beneficios a largo plazo • Enfocado a grandes organizaciones • Se requiere personal altamente capacitado • Dice qué hacer pero no cómo hacerlo • Tiempos largos para adoptarlo y tener certificación • Enfocado a la parte técnica • No tiene una guía de adopción
CMM – CMMI	• Mejora gradual por niveles • Mejora de proceso por área • Reconocimiento internacional • Diseñado específicamente para procesos de software	• Requiere fuerte inversión • Enfocado a grandes organizaciones • Demasiado normativo • Se requiere personal altamente capacitado • Demasiado detallado • Dice qué hacer pero no cómo hacerlo • Tiempos largos para adoptarlo y tener certificación • Demasiadas tareas para la adopción del modelo • Enfocado a la parte técnica • No tiene una guía de adopción
ISO/IEC 12207	• Mejora de proceso por área • Reconocimiento internacional • Diseñado específicamente para procesos de software	• Requiere fuerte inversión • Enfocado a grandes organizaciones • Demasiado normativo • Se requiere personal altamente capacitado • Demasiado detallado • Dice qué hacer pero no cómo hacerlo • Tiempos largos para adoptarlo y tener certificación • Demasiadas tareas para la adopción del modelo • Enfocado a la parte técnica • No tiene una guía de adopción
MoProSoft	• Requiere solamente capacitación del personal existente para implantarlo • Orientado a la mejora de procesos • Bajo costo de implantación y evaluación • Muy práctico • Diseñado específicamente para procesos de software • Beneficios económicos • Permite asociación de organizaciones	• Dice qué hacer pero no cómo hacerlo • Modelo relativamente nuevo que está siendo actualizado. • Existe poca gente certificada para asesorar los procesos. • Ha sido probado en muy pocas organizaciones. • No tiene reconocimiento mundial como otros modelos. • Enfocado a la parte técnica • No tiene una guía de adopción
TSP	• Promueve la integración de equipos de trabajos • Mejora la calidad de los proyectos • Reduce costos • Mejora el desempeño de los ingenieros de software	• Enfocado sólo a la parte técnica • Demasiada normativa para los programadores • Requiere contar con personal suficientemente capacitado • El personal debe tener la capacidad de trabajar en equipo • Debe haber convivencia en el equipo para facilitar la comunicación • Movimiento de roles
PSP	• Mejora el desempeño de los ingenieros de software. • Disminuye el número de errores en líneas de código • Disminuye costos.	• Enfocado solamente a la parte técnica • Demasiada normativa para los programadores • Enfocado solamente al personal y no a los procesos de la organización

Anteriormente se discutieron de manera individual las ventajas y desventajas de adoptar los modelos consolidados en las MIPYMES, ahora se agrupan los problemas comunes que existen cuando se quiere adoptar en una MIPYMES a cualquier MMPS tanto los enfocados a pequeñas organizaciones como a grandes organizaciones.

En el área de la industria del software en el mundo se han realizado diferentes proyectos para adoptar MMPS en las MIPYMES. En la mayoría de los estudios revisados por lo general no documentan el proceso de adopción, solo se enfocan en crear o utilizar un MMPS, y en documentar sus experiencias al realizarlo. Dentro de estos estudios, los

III.6. Principales problemas en la adopción de los MMPS

- Los modelos ya consolidados como el CMMI, el ISO 9000 y el ISO/IEC 12207 ofrecen más problemas que beneficios si se quieren adoptar en las MIPYMES, debido a que son muy grandes, son muy costosos, incluyen procesos que no se realizan en las MIPYMES, dicen qué hacer pero no cómo hacerlo, requieren una fuerte inversión inicial, tienen beneficios a muy largo plazo y requieren periodos muy largos para poder tener una certificación.
- Si a pesar de las desventajas anteriores se desean adaptarlos a las características de las MIPYMES, se utilizarían versiones incompletas de modelos con las cuales no se podrían certificar, ya que no cumplirían los objetivos al no realizarse todas las actividades que sugiere el modelo.
- Los modelos TSP y PSP son unas excelentes herramientas enfocados a la mejora de procesos desde el enfoque individual y los equipos de trabajo, pero se limitan a contemplar los aspectos técnicos. Con el uso de solo estos modelos no se puede tener una mejora de procesos en toda la organización.
- Cualquier modelo de mejora de procesos requiere hacer cambios en toda la organización, por ejemplo: cambiar formas de trabajo, los procesos, los perfiles de los empleados, etc. y dichos cambios se tienen que realizar de una manera administrada.

factores de éxito o fracaso encuentran principalmente con la organización, con los modelos y con las personas.

Lo anterior permite predecir que los problemas en la adopción de los MMPs en las MIPYMES se pueden agrupar en tres áreas que están interrelacionadas: la primera corresponde a factores relacionados con los MMPs, la segunda con los factores relacionados con las MIPYMES, y por último los factores relacionados con las personas.

Para explicar la interrelación entre las áreas se da el siguiente ejemplo: un MMPs requiere personal capacitado en ingeniería de software, a su vez las MIPYMES tienen un bajo nivel de capacitación en ingeniería de software, por lo tanto, el problema se puede ver desde dos perspectivas: por un lado, las MIPYMES no cumplen lo que pide el modelo; y por otro lado, los modelos exigen un nivel muy alto de conocimientos. Por lo tanto, existe una relación en el problema entre los modelos y las MIPYMES.

En la Figura 2 se puede observar cómo se relacionan las tres áreas problemáticas. Cada uno representado por un círculo y el nombre del enfoque, las tres están unidos por medio de una línea, dicha línea significa que los enfoques están interrelacionados.

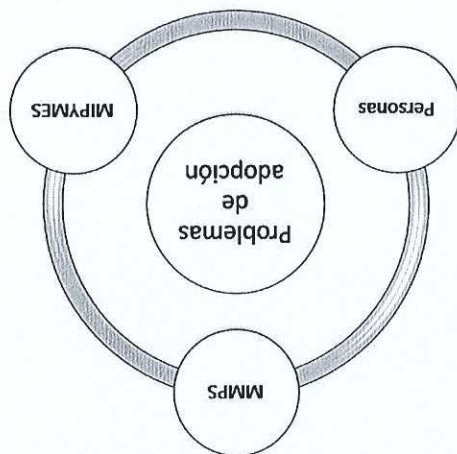


Figura 2. Problemas de adopción de los MMPs en las MIPYMES

A continuación se describe cada uno de los problemas y los factores que influyen en cada una de las áreas.

III.6.1. Problemas relacionados con los MIMPS

A través del presente capítulo se discutieron los problemas más comunes de los MIMPS, por esa razón, a continuación solo se enlistan los principales problemas:

- Carecen de guías que establezcan los pasos que se deben seguir en las organizaciones para que dichos modelos se adopten.
- Son demasiado costosos.
- Requieren periodos de tiempo muy largos para adoptarse.
- Tienen retorno de inversión a largo plazo.
- Requieren personal capacitado en ingeniería del software.
- Requieren personal capacitado en modelos de mejora de software.
- Asumen que las organizaciones cuenta con un cierto nivel de recursos económicos y humanos.
- Requieren cambios organizacionales, grupales e individuales.

III.6.2. Problemas relacionados con las MIPYMES

Las MIPYMES tienen características muy particulares, generalmente carecen de definiciones formales de roles, responsabilidades y procesos. Ellas típicamente operan en una planeación diaria y tienen serias deficiencias en la planeación a largo plazo. Así mismo, la cultura de las pequeñas organizaciones los limita para producir productos en gran escala y con gran calidad (Demirors y Demirors, 1998).

En las investigaciones realizadas se han encontrado los siguientes problemas relacionados con las características de las MIPYMES que afectan el proceso de adopción y se pueden generalizar de la siguiente manera: tienen un número limitado de personas, tiene problemas en la recolección de información, dependen de algunos empleados, tienen recursos limitados, el personal no tiene cultura de calidad y tienen dificultad para encontrar información acerca de los MIMPS.

Las MIPYMES por lo general tienen muchas limitaciones para adoptar un modelo de mejora de procesos. Un problema muy generalizado es que las MIPYMES tienen poco personal, sobre esto Demitros y Demitros (Demitros y Demitros, 1998) opinan que en las MIPYMES, debido al número reducido de personal, en muchas ocasiones no es posible formar un grupo o incluir a ciertos empleados en la mejora de procesos de software. En las MIPYMES los esfuerzos de mejora de procesos representan una responsabilidad adicional al grupo de trabajo, debido a que deben realizar nuevas tareas en un ambiente donde los empleados en las organizaciones de desarrollo de software están sobrecargados de trabajo y en muchas ocasiones desempeñan varios roles a la vez.

Según Horvat y otros (Horvat, et al., 2000) en su estudio empírico, encontraron que en las MIPYMES una misma persona realiza varias actividades del proceso de desarrollo de software. Estas actividades requieren diferentes habilidades para su desarrollo, y por esa razón es muy difícil para la organización poder equilibrar la carga de trabajo entre los empleados al tener que asignarle a algunos empleados actividades relacionadas con la mejora de procesos.

El esfuerzo que requiere una mejora de procesos de software se divide entre todos los integrantes de la organización. De esta forma, si la organización tiene pocos empleados, las actividades que el modelo sugiere se realizan más lentamente y el proceso de adopción es mucho más lento y por esto en algunos casos se abandona.

El problema de que las organizaciones tengan pocos empleados hace que se magnifique otro problema. Demitros y Demitros (Demitros y Demitros, 1998) y Horvat y otros (Horvat, y otros, 2000) identificaron que debido al pequeño número de empleados, las organizaciones desarrollan software para solucionar un dominio reducido de problemas. Los empleados se vuelven expertos en esta área, y debido a que no se documenta o la documentación es deficiente, el éxito de los futuros proyectos depende de la experiencia y conocimientos de ciertos individuos.

Además, en las MIPYMES se realizan actividades que no están relacionadas con producir Software. Demirors y Demirors (1998) opinan que las pequeñas organizaciones requieren madurez en procesos organizacionales que no están directamente relacionados con el proceso de software, por ejemplo, procesos administrativos, de finanzas, de manejo de personal, etc. Esto sugiere que la mejora de procesos se debe llevar sobre un sin número de fronteras.

Debido a que las MIPYMES no tienen procesos establecidos, se genera un nuevo problema, según Demirors y Demirors (1998) las pequeñas organizaciones de software, típicamente no recolectan información para medir el desempeño de los procesos. Este problema se debe principalmente a que no está bien definido el patrón de los procesos que realizan. El no recolectar la información es un problema para la adopción de mejora de proceso debido a que no se puede saber el estado actual de la organización y no se pueden medir de los resultados a corto plazo de la mejora del proceso.

Demirors y Demirors (1998) mencionan que en las organizaciones pequeñas de software, es muy común que nadie tenga ni capacitación ni experiencia previa, y el nivel de conocimientos acerca de la mejora de procesos o en la calidad de productos es homogéneo. Aunque los empleados conocerán los conceptos en técnicas, tendrían serias deficiencias en el entendimiento de los principios básicos para poder interpretar los requerimientos de modelos de calidad para su organización.

En las pequeñas organizaciones de software existe la dificultad para ejecutar varios proyectos a la vez. Normalmente, el presupuesto o los recursos que tienen las organizaciones lo dedican para poder terminar los proyectos y tienen serias deficiencias para poder destinar recursos para la mejora de procesos.

Según Demirors y Demirors (1998) las pequeñas organizaciones de software generalmente operan con presupuestos pequeños y están muy vulnerables a las condiciones del mercado, debido a que la inversión inicial requerida por los esfuerzos de mejora puede parecer no realista. Para algunas organizaciones, en las cuales el flujo de dinero puede cambiar repentinamente, se dificulta reservar recursos para los proyectos de

mejora de procesos a largo plazo. El empleado que se encarga de dirigir la adopción se selecciona de un grupo de personas sobrecargadas de trabajo. En las MIPYMES la asignación de una persona afecta de manera directa a los proyectos actuales en tiempo y dinero, además de que se tiene que destinar recursos a la adopción del modelo de calidad.

En un estudio realizado por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004) por medio de la aplicación de cuestionarios a una muestra de 80 participantes y de 4 estudios literarios sobre SPI (Software Process Improvement) se establecieron factores de éxito y barreras en la adopción de MMPS. Estos resultados se resumen en la Tabla III.

Tabla III. Factores encontrados por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004)

Basados en sus estudios empíricos	
Factores de éxito	Barreras
1. La cooperación del administrador general	1. Carencia de recursos
2. Involucramiento del grupo de apoyo a la adopción	2. Presiones de tiempo
3. Entrenamiento.	3. Inexperiencia o carencia de conocimiento del grupo de apoyo a la adopción.
4. Tiempos y recursos del grupo de apoyo a la adopción.	4. Carencia de soporte
5. Creación de equipos.	5. Cambio del pensamiento del grupo de apoyo a la adopción y del administrador
Basados en búsquedas literarias	
Factores de éxito	barreras
1. Apoyo del administrador general	1. Carencia de metodologías formales
2. Involucramiento del grupo de trabajo	2. Experiencias negativas o malas
3. Capacitación y soporte	3. Carencia de conocimiento
4. Tiempos y recursos del grupo de trabajo	4. Carencia de recursos
5. Creación de equipos para los procesos	5. Procedimientos formales y trabajo extra requerido

En un estudio realizado por Qin (Qin, 2007), se identificó que el mayor problema para adoptar un modelo de calidad está relacionada con la parte social más que con la parte técnica, El estudio se realizó en la organización Motorola, se identificó la problemática, y se propusieron técnicas para solucionar los problemas dentro de los grupos de trabajo. Los retos identificados son los siguientes:

- Los equipos que realizan los proyectos de software siempre están ocupados y ellos argumentan que hacer cambios les haría más difíciles las cosas.
 - Las iniciativas de arriba-abajo son las menos eficientes para obtener soporte y aceptación de la gente que no está involucrada en la toma de decisión de desarrollo.
 - Existe un número reducido de recursos para el desarrollo, lo que limita las reuniones presenciales y la capacitación por cuestiones de presupuesto.
 - El entrenamiento y la aplicación del conocimiento está desincronizada lo que hace que mucho del conocimiento no se utilice y se olvide.
- El estudio identifica que las pruebas piloto dan la oportunidad de identificar a los miembros entusiastas de las propuestas de cambio y ellos son los que facilitan el proceso, que dan retroalimentación y son los promotores de la adopción. El proceso de introducción es lo más difícil, debido a que es absolutamente necesario tener la aceptación de todos los involucrados en el proceso. Qin (Qin, 2007) propone las siguientes soluciones:
- Usar métodos de persuasión como correos para felicitar el apoyo en el proceso de adopción.
 - Romper con el método de arriba-abajo por medio de llevar el proceso de adopción de niveles inferiores hacia arriba.
 - Comunicar a todos los niveles y tener en mente que los niveles medios e inferiores son los que directamente van a recibir el impacto del cambio. Además, el programa de implementación se debe discutir y evaluar mensualmente por medio de reuniones de revisión en donde esté presente toda la organización.
 - Crear escenarios donde se beneficien todos los involucrados en el proceso; es decir gana la organización y gana el empleado, esto se debe aplicar en todos los niveles.
 - Se debe ser flexible con el entrenamiento, éste debe ser un proceso bajo demanda y en tiempos o fechas que faciliten el mayor provecho del conocimiento.
 - No tomar de manera personal cuando algunas personas no apoyen el proceso de mejora.

- Hacer sentir a los participantes que tienen la libertad de elegir en vez de seguir instrucciones explícitas, aunque esa libertad de decisión está limitada de cierta forma para poder guiar a los objetivos de la adopción.

Como se puede observar, todos los proyectos citados coinciden en los mismos problemas de adopción de los MMPS en las MIPYMES, los cuales son: existe dependencia con la aceptación y compromiso de los empleados y con la cultura de calidad de la organización, es un proceso demasiado burocrático y no tienen los recursos necesarios (económicos, humanos, materiales, etc.); algo que hay que resaltar es que ninguno propone un modelo para la adopción de los MMPS.

III.6.3. Problemas relacionados con las personas

El éxito en una adopción de un MMPS depende de la aceptación de las metas y tareas por cada uno de los empleados, por lo tanto, se deben considerar los factores humanos, sociales y culturas de los empleados y de la organización. Así mismo dicho modelo debe ser dinámico y debe ajustarse a las características propias de cada organización (Horvat, et al., 2000). En la mayoría de las MIPYMES las estrategias de adopción inician en niveles gerenciales y terminan en niveles inferiores, esas estrategias limitan la adopción ya que las personas sienten que no se les toma en cuenta, y que el modelo sólo es para el beneficio de la gerencia (Richardson y Gresse, 2007).

Un proceso de adopción de un MMPS requiere de mucho esfuerzo ya que genera un grado alto de “ruido organizacional” que afecta a sus roles y responsabilidades y genera problemas asociados con la productividad, la motivación y el espíritu de equipo (Bosch, 2004). A continuación se describen algunos estudios.

Moe y otros (Moe, et al., 2004) realizaron una guía electrónica de procesos (EPG) para dar soporte y seguimiento a los procesos de desarrollo de software. La EPG consiste de los mismos procesos que estaban documentados en papel en los manuales de procedimientos de la organización, la única diferencia es que ahora se presenta toda la información de manera electrónica incluyendo las plantillas y listas de verificación. Es un sistema en línea

el cual está disponible todo el tiempo permitiendo dar soporte y acceso a la información relevante y necesaria para terminar exitosamente los procesos.

Aunque resalta alguna problemática técnica sobre las plantillas y su adaptación a cada uno de los roles y actividades, el estudio identifica una problemática social:

- En el caso de estudio, el líder de proyecto que era el que estaba motivando el uso de dicha guía, expresaba que era basura su utilización, y algunos de los participantes comentaban que ni siquiera el líder estaba capacitado en su utilización y funcionamiento por tanto no podría ofrecerles nada.
- El beneficio que percibían los programadores era que la guía era útil solamente para los líderes de proyectos y administradores.
- Se reconoció que es importante la participación de los usuarios en los procesos ya que ellos entendían qué es lo que se hacía, cómo se hacía y quién lo hacía.
- Se dieron cuenta de que los medios de comunicación informales (comunicación en los pasillos) son aquellos, en donde realmente se dan las opiniones y las tendencias a aceptar o rechazar la guía.
- Se percibía que la guía era útil sólo para organizaciones grandes y que una empresa pequeña no la necesitaba.
- Se percibía que se requería mucho tiempo el llenar toda la documentación que solicitaba la guía.

Se deben tener en cuenta todos esos factores para poder aumentar la probabilidad de éxito de la adopción. En general, el éxito de la guía dependía de la difusión y entendimiento de su finalidad y funcionamiento. De esta forma, la mayoría lo podría ver como algo que lo ayuda a mejorar y no como algo que le genera más trabajo. Se infiere que faltó una capacitación de niveles gerenciales para que motivaran el uso y no ser ellos los que obstaculizan su adopción.

En el estudio realizado por Pries-Heje y Krohn (pries-heje y Krohn, 2007), se crea un modelo basado en roles para la difusión y adopción de tecnología. Este estudio identifica los roles más importantes y sus relaciones, éstos son los facilitadores de la difusión y

adopción de la tecnología. Identifica que el éxito o fracaso en una iniciativa de una adopción depende de que se tenga cubiertos los roles clave, e identifica que el error más común es asignar a una sola persona la tarea de difusión y seguimiento de la adopción. Los roles que se identifican en un proceso de difusión de tecnología es:

- Dueño o patrocinador. Es la Persona o grupo que apoya el proyecto, proporcionando recursos, y exigiendo los resultados.
- Encargado de la difusión del proyecto. Es la persona que dirige al grupo que pone el cambio en ejecución.
- Líder del proyecto. Es la persona que trabaja con los usuarios involucrados para asegurar en la práctica la realización del cambio.
- El grupo de usuarios involucrados. Son los usuarios, los especialistas o los encargados que deben adoptar algo nuevo, típicamente un nuevo sistema.

El factor humano es la pieza clave en la adopción de los MMPS, por más sencilla o fácil que ésta sea, si no se definen una estrategia, una planeación adecuada, una estructura laboral para realizar una difusión y adopción, cualquier proyecto de ese tipo irá al fracaso. En un estudio realizado por Von y otros (Von, et al., 2006) identificaron que a pesar de que existen varias propuestas, herramientas y lenguajes para la definición de procesos que se han desarrollado en el pasado, la mayoría de éstas se enfocan en el modelado formal de los procesos y raramente se utilizan especialmente en las pequeñas organizaciones. El estudio se basa en un caso de estudio realizado en dos organizaciones, durante siete y nueve meses, respectivamente.

Von y otros (Von, et al., 2006) se enfocan a hacer una guía de procesos ofreciendo asistencia práctica a los procesos realizados por las personas con la finalidad de hacerlos más efectivos. Ellos establecen que una persona se debe encargar de la transferencia de conocimiento y buscar maneras para que los procesos se adopten más fácilmente. Los principales elementos de la guía de procesos son las plantillas de documentos, la lista de verificación y los diagramas de flujo de los procesos. Estos investigadores identifican que deben existir las siguientes fases en su guía de adopción:

En un estudio realizado por Umari y Seaman (Umari y Seaman, 2005), se identificó que el problema de adoptar un MMPS tiene características similares al de adoptar tecnología, esas características son: ambos tienen consecuencias potenciales para el desempeño en el trabajo y ambas requieren esfuerzo y habilidades para aprenderlos y usarlos. A su vez tienen las siguientes diferencias: el grado de imposición sobre el uso por parte de la administración general es mayor en las metodologías, la magnitud del cambio de conducta es mayor en las metodologías y el énfasis en la integración de equipos es mayor en las metodologías. Existen diferentes métodos utilizados para predecir la aceptación de tecnología como es el TAM (Technology Acceptance Model) y el TPB (Theory of Planned Behavior), en este

ocasiones se utiliza más que la propia guía en papel.

- Tiene un impacto muy grande el uso de herramientas de ayuda ya que en algunas
- La visualización general del proceso es algo importante.
- procesos de tal forma que no se use notaciones formales.
- La representación por medio de guías es la mejor manera de representar los
- Lo más conveniente es que el proceso sea incremental e iterativo.

Además, sugiere las siguientes recomendaciones:

- determinar los beneficios y los logros obtenidos.
- Implementación. Es la evaluación, control y monitoreo de los procesos para productos de dicho proceso.
- actividad con los roles, sus competencias, responsabilidades y además se analiza los
- Definición. En esta fase se genera una guía para el proceso donde se identifica cada procesos que se adoptarán.
- Análisis estratégico. El objetivo de esta fase consiste en analizar y priorizar los que se realizan en la organización.
- Diagnóstico. El objetivo de esta fase es tener una imagen general de los procesos
- aprobación de todas las partes involucradas.
- Planeación. El objetivo de esta fase es el de informar, motivar y obtener la

estudio hacen una combinación de ambos para aplicarlo al proceso de SPI, en donde los factores se pueden agrupar como se muestra en la Tabla IV.

Tabla IV. Factores en la adopción de los MMPS en las MIPYMES (Umarji y Seaman, 2005)

Factores organizacionales		
Visibilidad. Transparencia de los procesos. Recompensa e incentivos.	Miedo de consecuencias adversas. Comunicación. Grado de control.	Cantidad de aprendizaje requerido. Compatibilidades de las prácticas del trabajo. Factores de psicología social. Percepción de uso. Actitud. Percepción Control del comportamiento Normas subjetivas Facilidad de uso
Factores personales		
Factores de SPI		

III.7. Resumen

En ingeniería de software se han realizado grandes esfuerzos para aumentar la calidad de los procesos de software, inicialmente se crearon modelos como ISO- 9000 o CMMI, posteriormente se utilizaron dichos modelos al contexto de las MIPYMES lo que generó muchos problemas para su adopción, y finalmente se crearon nuevos modelos basados en modelos consolidados. Actualmente los MMPS enfocados en las MIPYMES son menos costosos y más fáciles que los primeros modelos, pero a pesar de estas ventajas aun se siguen teniendo serios problemas en la adopción.

Todas las soluciones propuestas se han enfocado en la parte técnica y ninguno considera la parte social y tampoco ha propuesto una guía de adopción, es decir, no se ha considerado que la adopción de un MMPS es un proceso gradual e incremental que debe considerar a las personas, a la organización y al modelo. En el siguiente capítulo se analizará el proceso de adopción de un MMPS desde el enfoque de los cambios personales y organizacionales que éste genera.

Capítulo IV

El proceso de adopción de un MMPS

En este capítulo se analiza cómo la adopción de un MMPS transforma considerablemente la estructura de la organización, las metodologías de trabajo, los procesos y principalmente los recursos humanos. Por la magnitud de los cambios que representa la adopción de un MMPS, se le considera un proyecto de cambio mayor.

Además, se analizan las fases del cambio describiendo su secuencia y características. La adopción de un MMPS por ser un proceso de cambio, es lento y en él inciden muchos factores y también tienen mucha probabilidad de fracaso. El cambio organizacional debe impulsarse por la necesidad y deseo de personas que la conforman, es decir, el cambio se genera en cada uno de los individuos y la suma de los cambios individuales es el cambio organizacional.

IV.1. El cambio en las organizaciones

La revolución tecnológica acentuada con la globalización propicia muchos cambios. Los cambios son tan constantes que en el momento que se está desarrollando alguno, surge la necesidad de realizar algunos otros. Estos cambios afectan a la sociedad a todos los niveles y las organizaciones de desarrollo de software no son precisamente la excepción de la regla, Pérez (Pérez, 1998) afirma que “el cambio abarca absolutamente todos los aspectos, disuelve las rutinas, cuestiona todos los hábitos, y revoluciona cada uno de los tradicionales criterios de la decisión”.

Colletre y otros (Colletre et al, 1998) establecen que "el cambio puede definirse como toda modificación de un estado a otro, que se observa en el entorno y posee un carácter relativamente perdurable". En las organizaciones el hablar de cambio obliga a entender la necesidad de aplicar conocimientos, habilidades y herramientas disponibles para la consecución del resultado que se desea obtener.

Harrington y otros (Harrington, et al., 2000) mencionan que la administración del cambio se refiere a la aplicación de la ciencia del comportamiento a la toma de decisiones, planeación, ejecución y evaluación de las fases de un proceso de cambio. La administración del cambio no solo se enfoca en lo que tiene que ser cambiado sino en cómo la solución se implementa, haciendo énfasis en los aspectos humanos.

Es importante destacar que al realizar un proyecto de cambio, además de cuidar los aspectos técnicos se debe prestar especial atención a la dimensión humana. Una de las proposiciones fundamentales de Daniel (Daniel, 2002) es "para que una iniciativa de cambio tenga éxito, hay que abordar los aspectos emocionales y de comportamiento, con la misma dedicación que los operativos o técnicos".

Según Harrington y otros (Harrington, et al., 2000), actualmente los cambios en las organizaciones son de mayor impacto, y en algunas ocasiones afectan a las organizaciones en su totalidad, ese tipo de cambios requiere de gente capacitada y de metodologías profesionales para guiar el cambio. Un aspecto crítico para la efectiva realización de un cambio, es la aplicación rigurosa y disciplinada de la metodología para la administración de éste.

Un proyecto de cambio mayor se define como los proyectos que generan cambios de una envergadura considerable en la organización, modificando las estructuras, los procesos, los métodos de trabajo y generando consecuencias en el capital humano que la integra.

Cualquier proyecto de cambio constituye un esfuerzo temporal (con un inicio y un fin delimitado) y generan un resultado definido. Es necesario aclarar que aun cuando las

organizaciones se encuentran en un proceso permanente de evolución, estos esfuerzos tienen objetivos delimitados y se producen en un momento dado.

Los proyectos de cambio de acuerdo con Lewin (Lewin, 1952), tienen tres fases que se describen a continuación:

1) *Descongelamiento o descristalización.* Constituye una "purificación" o

participación en una serie de sesiones de sensibilización y capacitación gerencial. La descristalización corresponde al periodo en el que un sistema, trátase de un individuo, un grupo o una colectividad mayor, comienza a poner en tela de juicio sus percepciones, hábitos y comportamientos, es decir, hay descongelamiento cuando un sistema estudia la posibilidad de explorar otras opciones, o también cuando reconoce que sus procedimientos habituales se deben abandonar y sustituir por otros. Se observa que la descristalización por lo general, viene acompañada por sentimientos de inseguridad y ansiedad, porque el sistema acepta entonces desprenderse de sus puntos de referencia habituales que le proporcionan cierta seguridad, para adoptar otros, aun mal conocidos y con los cuales corre el riesgo de encontrarse incomodo.

2) *Reemplazo o movimiento.* Se refiere a emprender la acción que cambiará el sistema social, llevándolo a un nuevo nivel de comportamiento o funcionamiento. Iniciar el proceso de descristalización de las conductas y actitudes no asegura el cambio, aun necesita precisar su dirección y consolidarse. El cambio no supone únicamente el abandono de conductas o actitudes, sino, la adquisición de otras nuevas. El movimiento es aquella fase del proceso de cambio en la que el sistema se tornará más o menos permeable a nuevos modos de comportamiento y a nuevas posibilidades de actitudes.

3) *recongelamiento o recrystalización.* Se refiere al establecimiento de un nuevo proceso que busca que el nuevo nivel de comportamiento sea relativamente seguro contra el cambio. Muchos imaginan que para producir cambios basta con abandonar

viejas costumbres y lanzarse a la experimentación de nuevas conductas y actitudes; sin embargo, el cambio sólo será perdurable en la medida que la tercera fase, es decir, la recristalización se logre e integre.

IV.2. El cambio en las organizaciones de desarrollo de software

La adopción de un MMPS es un proceso de cambio que debe tener las siguientes características: ser un impulso para pasar del estado actual a otro estado (el cual debe ser permanente), debe tener un inicio y un fin, debe tener una planeación y una administración, debe tener una metodología que guíe los pasos a seguir y debe tomar en cuenta los aspectos sociales y técnicos. En general, las características de las organizaciones de software son muy similares a las de las demás organizaciones, pero tiene unas características muy particulares:

- El trabajo realizado es un trabajo totalmente intelectual.
- El entorno de las organizaciones de desarrollo de software es un entorno muy cambiante.
- El dinamismo de las organizaciones se basa en la tecnología.

Dichas características hacen que los procesos de cambios sean constantes, y es necesario que las personas estén familiarizadas con los cambios. Para las organizaciones en crisis a veces resulta clara la motivación para el cambio y fácilmente se puede ejercer presión tanto en la administración como en la fuerza laboral para que hagan algo. Cuando no existe necesidad de realizar mejoras, únicamente un presidente ejecutivo con la visión de una mejora organizacional puede hacer mucho para transmitir la motivación necesaria.

Para conseguir esta visión o para combatir una crisis, es fundamental comprender cómo se puede conseguir el cambio y elevar el rendimiento. Rummeler y Brance (Rummeler y Brance, 1990) destacan tres niveles que deben enfrentarse en la iniciativa de mejora: el nivel organizacional, el nivel de procesos y el nivel de puesto de trabajo; aunque, poner en práctica el cambio en cada uno de estos niveles es difícil.

IV.3. La adopción de los MMPS

En esta investigación definimos la adopción de los modelos de mejora de procesos como: “el proceso por medio del cual los individuos de una organización, reciben, haciéndolos propios, los conocimientos, formas de trabajo, perfiles de empleados y procesos definidos en los MMPS de tal manera que sean su nueva forma de trabajar dentro de la organización”. Dicho proceso tiene un inicio y un fin.

Cabe mencionar que muchos estudios usan el término *adopción* con el mismo significado que el término *implantación*, para el presente trabajo existen claras diferencias y no se puede utilizar indistintamente.

Según la real academia española (RAE) ⁷ implantar significa: “Establecer y poner en ejecución nuevas doctrinas, instituciones, prácticas o costumbres”.

La implantación es una actividad más institucional que minimiza la importancia de las personas; la implantación se impone y es un proceso que no permite a las personas asimilar su situación y la necesidad del cambio. Según Salinas (Salinas, 1975), la gente no es el recurso para lograr el cambio, los cambios son el recurso de la gente para lograr una situación deseada. Sin embargo, es la propia gente quien debe transitar ese camino de la situación actual a la deseada, de modo que el diagnóstico sobre su percepción ante los procesos de cambio pueda ayudar a que la propia gente se ayude a facilitar dicho proceso.

IV.3.1. La adopción de un MMPS: un proyecto de cambio mayor

Existen diferentes factores que motivan a las organizaciones a adoptar los MMPS, por lo general estos factores se relacionan con aspectos económicos o de demanda del mercado. De manera general, el estado actual de una organización de desarrollo de software consiste en una forma de trabajo artesanal en la cual no están claros ni explícitos los procesos, las

⁷ Diccionario de la real academia española consultado en línea. <http://www.rae.es/rae.html>

metodologías de trabajo, los perfiles de los trabajadores, los perfiles de los puestos, ni el control de calidad de los productos.

Un MMPS es un modelo que describe procesos, roles, estructuras de organización, métodos de trabajo y perfiles de los empleados, si una empresa quiere adoptarlos y certificarlos en un MMPS, tiene que realizar todas las actividades que establece. Por la magnitud de cambios que requiere la adopción de un MMPS se le considera un proyecto de cambio mayor.

Para poder adoptar un MMPS es necesario seguir una metodología de administración del cambio; sin embargo en la actualidad los investigadores en el área de ingeniería de software se enfocan principalmente en la dimensión técnica y de manera aislada, y en menor escala en la dimensión humana. Actualmente no existe ninguna metodología que logre integrar tanto el aspecto humano como técnico, es por esta razón que en este trabajo se propone un modelo de adopción de los MMPS que si lo hace.

IV.3.2. Las etapas del proceso de adopción de los MMPS

Un proceso de adopción de MMPS está formado por esfuerzos de cambios planificados de tal manera que se inician por la necesidad manifiesta de cambiar algo y finalizan cuando dicho cambio se ha producido. En general la ubicación del inicio o fin de los cambios resulta muy difícil; es por esta razón que los esfuerzos formales se definen en etapas y dichos esfuerzos tienen un inicio y un fin. Basándose en las etapas que propone Lewin (Lewin, 1952), en esta tesis se proponen las siguientes tres etapas para una adopción de un MMPS:

1) *Preadopcion*. Es la etapa inicial y está enfocada a los aspectos humanos, principalmente a la sensibilización y a la toma de conciencia. En esta etapa se debe incluir a todo el personal de la organización de tal manera que la organización en general se dé cuenta de su situación actual y logre visualizar su meta a lograr con el cambio. Es decir, que independiente de que el cambio sea voluntario u obligado, la organización tome una actitud proactiva hacia la adopción de la metodología. A la

par en el área técnica se estudia el modelo de mejora de procesos para quitar el miedo a lo desconocido y resaltar las ventajas que ofrece.

2) *Uso generalizado.* En esta etapa se realizan las acciones necesarias para que se empiece a utilizar el MMPS, es decir, se continúa trabajando con la sensibilización al cambio. En esta etapa se le da la misma importancia a la dimensión técnica, haciendo que las personas adopten gradualmente en sus prácticas diarias las actividades que sugiere el MMPS.

3) *Uso sostenido.* En esta etapa los empleados realizan siempre sus actividades como sugiere el modelo de mejora de procesos, es decir, los empleados siempre utilizan el MMPS para desarrollar sus actividades y, más aun, buscan estar en un proceso de mejora continua en el que perfeccionan sus métodos de trabajo. En el área humana se le da énfasis a la motivación y al compromiso con la organización.

IV.3.3. Las personas y la resistencia o flexibilidad ante el cambio

Las personas pueden percibir las alteraciones antes los cambios de diferente manera; pueden ser beneficiosas, perjudiciales o ambivalentes, eso depende de sus conveniencias personales y su capacidad de adaptación. Tan normal como el cambio existe en las organizaciones, es el hecho de que las personas tengan reacciones disímiles, en forma consciente o inconsciente, acerca de los efectos que cualquier modificación puede tener sobre sus conveniencias personales.

Esta realidad obliga a hablar sobre la resistencia o elasticidad ante los cambios. Según Harrington y otros (Harrington, et al., 2000), la resistencia se refiere a cualquier pensamiento o acción dirigida contra un cambio y la flexibilidad es la habilidad para absorber altos niveles de cambio presentando mínimas disfuncionalidades del comportamiento.

Más allá del carácter desagradable que tiene la resistencia de cambio, ésta contiene una información que el agente de cambio podría tener interés en descubrir; algo semejante a la manera cómo el dolor informa al cerebro de que el organismo está sufriendo un agravio físico o psicológico. En primer lugar, el grado de resistencia nos informa acerca de la importancia que el sistema concede al objetivo de cambio, a mayor reacción del sistema, mayor el riesgo de haber tocado una zona neurálgica.

La resistencia también informa acerca del grado de permeabilidad o de apertura del sistema al cambio. Tratándose de un objeto de cambio secundario, si la reacción es fuerte, se puede suponer que él es poco receptivo. A sí mismo, la resistencia al cambio puede informar de ciertos efectos sistemáticos presentidos o no, y esta información ayuda a modificar o añadir elementos imprevistos al diagnóstico. Por último, la resistencia al cambio puede revelar errores cometidos en la elaboración del proyecto de cambio o en la estrategia de implantación.

La resistencia puede presentarse en cualquier cambio y debe manejarse de forma inteligente, pues de hecho es una fuente de retroalimentación que puede, inclusive, generar mejoras en el propio cambio. De acuerdo con García Chacón (García Chacón, 2005), existen unas premisas de la resistencia o flexibilidad al cambio que se deben tener claras:

- Es normal que los individuos presenten una actitud de resistencia al cambio. Más adelante se detalla el proceso por el cual pasa una persona ante un cambio.
- La resistencia o flexibilidad al cambio puede darse ante cualquier cambio o ante procesos de cambio particulares. Así es posible encontrar individuos que normalmente se resisten a todos los cambios y otros que solo se resisten a algunos.
- Un individuo puede poseer una actitud de resistencia o flexibilidad ante los cambios sin que ello implique una conducta de resistencia o apoyo a la iniciativa.
- La idea es incrementar una actitud favorable antes los cambios e inclusive lograr que dichas actitudes se conviertan en conductas expresas (fuerza impulsora) que contribuyan con la transición hacia la situación deseada. En este mismo orden, las

- actitudes desfavorables se deben disminuir o controlar e incluso se deben evitar que se conviertan en conductas manifiestas que atenten contra la iniciativa.
- La actitud de los individuos frente a un determinado cambio (su resistencia o flexibilidad) puede variar en el tiempo, de modo que se podría encontrar personas que en un principio se resisten pero luego son flexibles, o lo contrario.
- La resistencia al cambio puede deberse a una multiplicidad de factores (asociadas a los conocimientos, los sentimientos y su percepción).
- La resistencia al cambio no es necesariamente negativa, más bien es absolutamente normal, de modo que la idea es aprovechar el proceso de retroalimentación generado tras las iniciativas para controlarla.
- En todo caso, es necesario tener información sobre la naturaleza de la resistencia al cambio y sobre su magnitud, para lo cual se hace necesario contar con una metodología que facilite dicho diagnóstico.

IV.3.3.1. El ciclo del cambio en las personas

Muchas veces las personas no se comprometen con el cambio porque no saben lo que va a pasar (no saben cómo actuar). Una forma de defenderse de lo desconocido es agarrándose de lo conocido y, consecuentemente negando lo nuevo. Un proceso de cambio ocurre de forma muy eficiente si todos están comprometidos con él. Para que las personas se comprometan no las debe atropellar el proceso como si fueran algo ajeno al mismo. Para que se considere a las personas como parte del proceso de cambio es necesario conocer sus valores, sus creencias y sus comportamientos.

Aunque cada una de las personas reacciona en forma distinta ante los cambios, todavía existen personas que no quieren abandonar su status quo o sea lo conocido, por aquello que promete ser un mejor futuro. El hacer este salto hacia lo desconocido será siempre un prospecto riesgoso y atemorizante. O'Toole (O'Toole, 1995) se refiere a esta tarea como "superar la ideología del confort y la tiranía de la costumbre". Para lo cual, tanto las

organizaciones como los individuos deben estar convencidos de que lo único constante en la actualidad en todos los aspectos, es el cambio y con él hay que convivir y subsistir.

Por esta situación es importante saber cómo asimilan el cambio las personas y diseñar estrategias para que puedan llegar a aceptarlo. Según Rodríguez Jacobo (Rodríguez Jacobo, 2003), existen fases reconocibles por las que las personas atraviesan. Ella propone un ciclo de cambio que se divide en siete etapas: falta de percepción, impacto, negación, aceptación, búsqueda, acción y disfrute. La manera en cómo se presentan estas reacciones responden a un ciclo que se muestra en la Figura 3. A continuación se define cada una de las etapas.

- *Falta de percepción.* Las personas no detectan las necesidades de cambio o de mejora hasta que se hacen evidentes en una crisis.
- *Impacto.* Las personas a menudo quedan sorprendidas cuando se les confronta con las razones por las que debe mejorar. Sobre todo si durante mucho tiempo han trabajado de la misma manera.

- *Negación.* Las personas a veces no quieren reconocer que necesitan algo y en ocasiones intenta hacer fracasar el proceso de cambio.
- *Aceptación.* Cuando el problema existe y no desaparece e incluso puede hacerse más claro, entonces por lo general las personas empiezan a darse cuenta y a sentir la necesidad del cambio. Este puede ser un momento difícil, pues aceptar la necesidad del cambio trae consigo preocupación, sin que se tenga hasta el momento respuesta o esperanza.

- *Búsqueda.* Después de aceptar o creer que las cosas pueden resultar mejor, las personas empiezan a probar ideas nuevas y a experimentar con ellas.
- *Acción.* Debido a que la etapa de la búsqueda es difícil, algunas personas desean pasar a la etapa de hacer cosas, antes de comprender la situación y las alternativas que se tienen para resolver la problemática.
- *Disfrute.* La etapa de acción dará como resultado el cierre del ciclo para dar paso a un nuevo evento. En la etapa de disfrute es donde se goza los logros obtenidos.

Los patrocinadores del cambio son generalmente los gerentes y su tarea fundamental es apoyar con recursos (materiales, humanos, económicos), ayudar con la planeación, y con la evaluación de los resultados al agente de cambio. El patrocinador le da la autoridad al agente de cambio para ejecutar su estrategia de cambio.

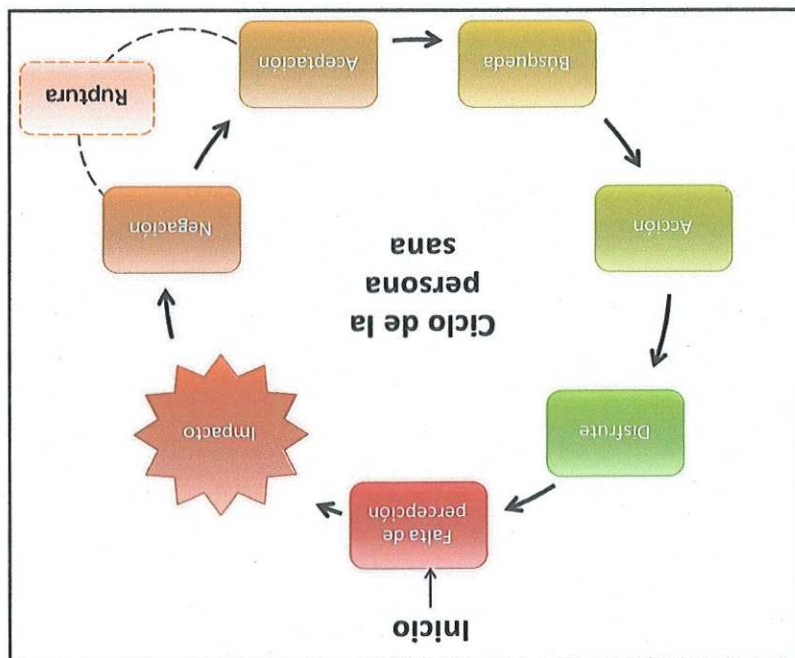
IV.3.3.2.1. Patrocinador del cambio

En un proceso de adopción de un MMPS, existen los siguientes roles: patrocinador del cambio, agentes de cambio, facilitadores del cambio y los objetivos del cambio. A continuación se detalla cada uno de ellos.

IV.3.3.2. Roles en el proceso de adopción de un MMPS

La utilización de dicho ciclo ayuda a identificar la fase en que están las personas de una organización, además pueden ayudar a identificar si ha habido cambios significativos conforme pasa el tiempo y si las estrategias utilizadas están cumpliendo sus objetivos.

Figura 3. Reacciones generales al cambio: ciclo de la persona sana. (Rodríguez Jacobo, 2003)



IV.3.3.2.2. Agente de cambio

Los agentes de cambio son aquellos a quienes se les asignó, o quienes han decidido asumir (cuando pueden hacerlo) la responsabilidad de la iniciativa de cambio. Ellos no necesariamente poseen un estatus de autoridad dentro de la organización, pero por lo menos han recibido una delegación de la autoridad, ya sea formal o no, en relación con el proyecto de cambio. En otros términos, les corresponde dirigir el proceso de toma de decisiones dentro de la intervención de cambio y responder de los resultados obtenidos. Por lo general el agente debe tener un grupo de apoyo formado por ejecutores de cambio. El agente de cambio puede rotarse y puede ocupar otros roles durante el proceso de cambio.

IV.3.3.2.2.1. Las competencias requeridas

Luego de varios años de experiencia en haber observado y trabajado situaciones de cambio organizacional y considerando las diferencias de alcance y profundidad de dichos procesos de cambio, el tipo de negocio de la organización, los objetivos, la cultura, la misión y los valores de cada empresa. Rodríguez Jacobo (Rodríguez Jacobo, 2004) propone el siguiente conjunto de competencias “genéricas”:

- **Liderazgo.** Habilidad para crear y compartir propósitos, visión y dirección hacia el equipo, generando entendimiento acerca de las razones de cambio y creando un gradual compromiso.
- **Pensamiento y visión estratégica del negocio.** Habilidad para pensar y planificar, alineando acciones actuales con futuras estrategias de cambio.
- **Capacidad de generar el desarrollo de las personas.** Constante compromiso y dedicación al aprendizaje de las personas, a través de prácticas como asesorías y generación de oportunidades de aprendizaje.
- **Colaboración y actitud para el trabajo en equipo.** Habilidad para interactuar con personas y grupos tanto internos como externos a la organización.
- **Innovación para la resolución de problemas inherentes a la situación de cambio.** Habilidad para buscar alternativas creativas de solución y de potenciar la innovación propia y la de las personas involucradas en la situación de cambio.

Durante la adopción de un MMPS las personas son la fuerza para impulsar el cambio. Cualquier cosa que afecta a las personas afecta a la organización. Durante un cambio las personas siguen un conjunto de etapas que forman un ciclo, conforme las personas avanzan en las etapas es más probable que se realice el cambio, por esta razón es importante evaluar en la etapa en que se encuentra las personas. En la organización la adopción de un MMPS representa un cambio de alto impacto, por lo tanto, dicho cambio no puede realizarse sin una planeación y sin una guía que ayude a aumentar la probabilidad de adoptar el MMPS y a evitar errores en el proceso de adopción. En el siguiente capítulo se detalla un modelo de adopción que es una guía para un proceso de adopción de un MMPS.

IV.4. Resumen

Son todas las personas que de una manera u otra se ven afectadas o afectan el proceso de cambio.

IV.3.3.2.5. Objetivos del cambio

Los evaluadores son aquellas personas que reciben el encargo o toman la iniciativa de evaluar en qué medida se implantó el cambio, si éste alcanzó sus objetivos y si se mejoró o no la situación.

IV.3.3.2.4. Los evaluadores del cambio

Los facilitadores, son personas que ponen en marcha los detalles de un plan de acción previamente elaborado. En suma, son quienes actúan sobre el entorno para hacerlo cambiar.

IV.3.3.2.3. Facilitadores del cambio

- **Identificación de posibles “sucesores” en el rol de agente de cambio.** Habilidad para diagnosticar y capacitar personas con perfiles acordes al rol, como medio para formar “masa crítica” de cambio.

Capítulo V

Propuesta de un modelo de adopción de MMPS

En este capítulo se describe brevemente la elaboración de un modelo de adopción para los MMPS llamado MOADME. El MOADME es un documento en donde se especifican las actividades que se tienen que realizar en las organizaciones para que se adopte un MMPS. Este modelo se basa en tres teorías de cambio organizacional, además, es un modelo incremental e iterativo que consiste de tres etapas: preadopción, uso general y uso continuo. Para ver con más detalle la descripción del documento del MOADME consulte el anexo B.

V.1. Teorías base para elaborar el MOADME

El MOADME es un modelo que incluye características de tres modelos de cambio organizacional: el modelo de desarrollo organizacional inicialmente propuesto por Lewin (Lewin, 1952), el modelo de alto impacto propuesto por Huselid (Huselid, 1995), y la teoría social-técnica que proviene del trabajo del Trist y otros (Trist, 1993).

El MOADME se basa en las características del modelo de desarrollo organizacional ya que es un modelo por etapas y utiliza el diagnóstico y la intervención. En este modelo los agentes de cambios utilizan instrumentos de valoración y observaciones para reunir datos útiles sobre el proceso de adopción. Posteriormente esta información se retroalimenta a los miembros de la organización o se usa para diseñar intervenciones.

El MOADME también se basa en las características del modelo de alto impacto ya que se enfoca en los procesos organizacionales, mejora los rendimientos individual y grupal, y aumenta la cohesión de los empleados.

Por último, el MOADME también se basa en las características de la teoría social-técnica (Trist, 1993) porque toma su enfoque al considerar los aspectos técnicos y sociales. Además, define que el proceso de cambio se da desde niveles inferiores a niveles superiores logrando que se integren todos los empleados de la organización. En la Tabla V se hace una comparación de las características de cada uno de los modelos o teorías incluyendo el MOADME. En dicha tabla se puede apreciar que el MOADME ofrece muchas ventajas a la organización y que supera las características de los otros modelos.

Tabla V. Características de los modelos de cambios organizacionales

Criterio	Desarrollo organizacional	Alto impacto social - técnica	MOADME
Afecta procesos organizacionales	*	*	*
Mejora de los individuos		*	*
Mejora de los grupos		*	*
Mejora de la organización		*	*
Mejora la cohesión de los empleados		*	*
Considera los aspectos técnicos		*	*
Genera grupos de trabajo autónomos		*	*
Propone cambios desde niveles inferiores		*	*
Propone cambios desde niveles gerenciales	*	*	*
Permite el diagnóstico	*		*
Permite la intervención	*		*
Mejora los procesos de comunicación	*	*	*

El MOADME guía paso a paso las actividades que se deben realizar dentro de una organización para que se adopte con éxito un MMP. El principio del MOADME es: Las personas consientes de la necesidad de cambio son el principal impulso para que las organizaciones logren adoptar un MMP.

A diferencia de la manera tradicional de la adopción de un MMP, que solo se enfoca en adquirir los conocimientos que requiere el MMP, el MOADME se enfoca principalmente en las personas, y por esta razón, integra los aspectos humanos y sociales con los aspectos técnicos y de conocimiento, esto genera que la adopción de un MMP sea integral y que las

personas tengan las habilidades y conocimientos necesarios. Más aun, busca concientizar a las personas de una organización de que la adopción de un MMPS es un proceso de cambio, y es el único recurso para que los trabajadores crezcan personalmente y la organización logre sus objetivos.

V.2. Estructura del MOADME

El MOADME se divide en etapas y cada etapa en dos áreas: el área técnica y el área social. En cada una de las áreas se tienen fases y en cada fase se realizan actividades. Para identificar el momento adecuado para avanzar entre las etapas, el MOADME utiliza la herramienta PrediSoft (ver Capítulo VII). Esta herramienta es un conjunto de instrumentos de valoración, con los que se evalúa si es factible avanzar a la siguiente etapa, o en su defecto regresar a alguna fase de la etapa presente para reafirmar algunas actividades que propone el modelo. Para ejemplificar toda la estructura del modelo en este trabajo de investigación se definieron solamente las actividades de las fases de la etapa de preadopción.

V.2.1. Etapas del MOADME

El modelo MOADME (ver Figura 4) se divide en tres etapas: preadopción, uso generalizado y uso continuo. Dichas etapas son las mismas que se proponen en el Capítulo III, las cuales se basan en las que propone Lewin (Lewin, 1952).

V.2.2. Áreas del MOADME

Cada etapa contempla dos aspectos: el área técnica y el área social. A continuación se describe en qué consiste cada una.

- *Área de social.* Son las habilidades básicas llamadas competencias que se requiere que las personas incorporen en sus actividades diarias con la finalidad de facilitar La adopción del MMPS y que son necesarias en todas las etapas. El área social de la

primera etapa se enfoca principalmente a la persona. La de la segunda etapa se enfoca en la formación de equipos de trabajo; y el área social de la tercera etapa se enfoca en integrar toda la organización por medio de la integración de todos sus individuos.

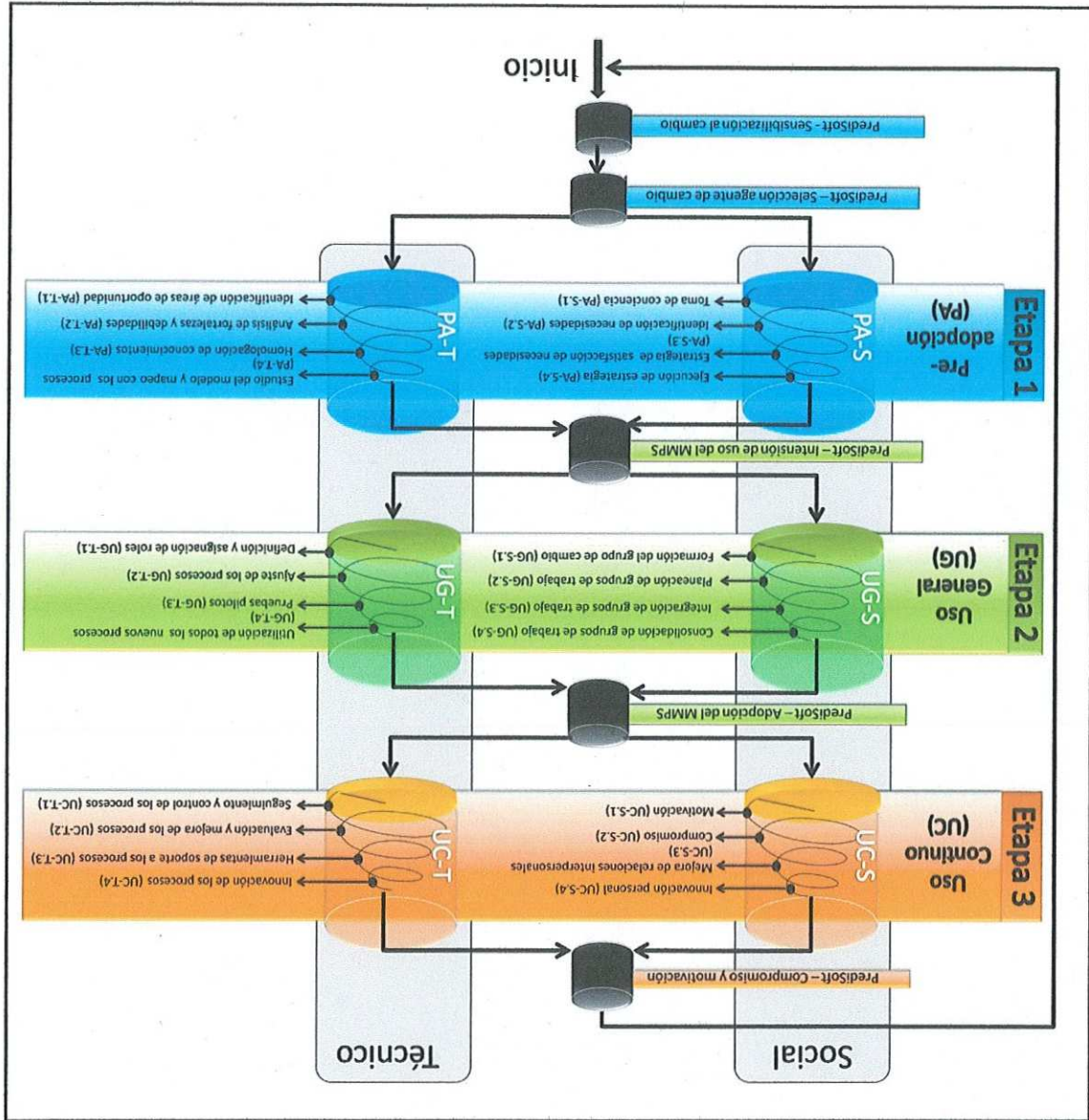


Figura 4. Modelo propuesto de adopción de MMPs

- *Área técnica.* Son los conocimientos técnicos que se requieren dentro de cada una de las etapas. El área técnica de la primera etapa se enfoca a preparar a la organización con todos los conocimientos técnicos necesarios para utilizar un MMPs. En la segunda etapa se enfoca a que todos los integrantes de la organización utilicen el MMPs, primero en pruebas piloto y posteriormente de forma permanente. En la tercera etapa se enfoca en identificar los problemas encontrados y mejorar continuamente los procesos implantados.

V.2.3. Fases de la etapa preadopción (PA)

La etapa de preadopción tiene ocho fases divididas en dos grupos: cuatro fases del área técnica y cuatro fases del área social. Las fases del área social (PA-S) son: toma de conciencia (PA-S.1), identificación de necesidades (PA-S.2), estrategia para solucionar necesidades (PA-S.3) y ejecución de estrategia (PA-S.4). Las fases del área técnica (PA-T) son: identificación de áreas de oportunidad (PAT-T.1), análisis de fortalezas y debilidades internas (PAT-T.2), homologación de conocimientos (PAT-T.3), y estudio del modelo y mapeo de los procesos (PAT-T.4).

V.2.4. Etapa de uso general (UG)

La etapa de uso general tiene ocho fases divididas en dos grupos: cuatro fases del área técnica y cuatro fases del área social. Las fases del área social (UG-S) son: formación del grupo de cambio (UG-S.1), planeación del grupo de trabajo (UG-S.2), integración de grupos de trabajo (UG-S.3), consolidación de los grupos de trabajo (UG-S.4). Las fases del área técnica (UG-T) son: definición y asignación de roles (UG-T.1), ajustes de los procesos (UG-T.2), pruebas pilotos (UG-T.3), utilización de todos los nuevos procesos (UG-T.4).

V.2.5. Etapa de uso continuo (UC)

La etapa de uso general tiene ocho fases divididas en dos grupos: cuatro fases del área técnica y cuatro fases del área social. Las fases del área social (UC-S) son: motivación (UC-S.1),

compromiso (UC-S.2), mejora de relaciones interpersonales (UC-S.3), innovación personal (UC-S.4). Las fases del área técnica (UC-T) son: seguimiento y control de los procesos (UC-T.1), evaluación y mejora de los procesos (UC-T.2), herramienta de soporte a los procesos (UC-T.3), innovación de los procesos (UC-T.4).

V.3. Elementos que contempla el MOADME

En la Tabla VI se detallan las limitaciones que se pretenden solucionar con el modelo MOADME. Estas limitaciones fueron identificadas por Demirors y Demirors (Demirors y Demirors, 1998).

Tabla VI. Solución a las limitaciones

Limitaciones		Solución
Pocos empleados	Cuando se quiere adoptar un MMPS el MOADME proporciona la información necesaria, define en forma concreta las actividades que se tienen que realizar e involucra a toda la organización por lo que no se requiere empleados dedicados todo el tiempo a la adopción.	
Problemas con documentación	El MOADME establece los mecanismos de documentación que deben existir en los grupos de trabajo, por lo tanto, es muy fácil reproducir esa práctica en todos los procesos de la organización.	
Muchos departamentos involucrados	El MOADME incluye a todo el personal de la organización, la forma de seleccionar el grupo de cambio es incluyendo a los líderes de los grupos, por lo tanto, se espera que sea más fácil romper los límites entre los departamentos.	
Poca capacitación de los empleados	Durante todas las actividades del MOADME se está capacitando a los individuos en el área personal, en el área técnica, en la formación de equipo y además incluye herramientas como los dimods para facilitar la capacitación.	
Pocos recursos para la adopción	Un beneficio del MOADME es que es un modelo autocontenido, por esta razón se minimiza la necesidad de consultores externos, además el modelo propone actividades muy específicas por lo que las organizaciones realizarán solo las actividades que le aporten beneficios a la adopción y de esta manera se disminuyen los costos.	
Selección del agente sobrecargado de trabajo	El MOADME simplifica la selección del agente de cambio, además al tener bien definidas las actividades a realizar, cómo realizarlas y la secuencia, el agente de cambio se preocupará solamente por seguir al MOADME reduciendo así el tiempo que normalmente se utiliza para investigar sobre adopción.	

En la Tabla VII se describen algunos limitaciones adicionales identificadas por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004) y por Von y otros (Von, et al., 2006), además se detalla cómo el MOADME ayuda a resolverlas.

Tabla VII Solución a las limitaciones

Limitaciones		Solución	
Niazi y otros (Niazi, et al., 2004)			
Cambio de pensamiento del grupo de apoyo	El MOADME se diseñó de tal manera que el grupo de apoyo son las personas que tienen perfil para ser agentes de cambio, son líderes en sus grupos y son sensibles al cambio, por lo tanto, se espera que el grupo de apoyo sea una fuerza que impulse en cambio.	El MOADME introduce metodologías formales de una manera amena, primero en las personas, ordenando sus necesidades, luego introduce metodologías para formar grupos de trabajo y de manera general el MOADME es una metodología formal para adoptar el MMPs.	En la etapa de preadopción del MOADME se realiza un conjunto de actividades para disminuir la resistencia al cambio que se genera por muchos factores. Entre esos factores se incluyen las experiencias negativas.
Von y otros (Von, et al., 2006)			
Problemas con líderes de cambio	El MOADME se diseñó de tal manera que el agente de cambio sea la persona que en ese momento es la que tiene el mejor perfil de agente de cambio, es líder en su grupo y es sensible al cambio, por lo tanto, se espera que el agente de cambio sea una fuerza que impulse en cambio.	El MOADME se diseñó de tal manera que involucre a toda la organización, toda la organización estará informada	Medios de comunicación informales
Participación de usuarios	El MOADME define medios de comunicación formales para sus actividades, por ejemplo correos electrónicos, minutas, reportes, etc.	En el MOADME se definen los roles del cambio y las actividades que tiene que realizar cada uno.	Roles no definidos para el cambio

En la Tabla VIII se describen algunos factores de éxito identificados por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004) y por Von y otros (Von, et al., 2006) además se detalla cómo se tomaron en cuenta en el diseño del MOADME.

Tabla VIII. Factores de éxito identificados por Niazi y otros (Niazi, et al., 2004)

Factores de éxito		Integración de factores al MOADME	
Niazi y otros (Niazi, et al., 2004)			
La cooperación del administrador general	El MOADME se diseñó de tal manera que el administrador general esté apoyando todo el proceso de adopción, la carga del administrador general disminuye porque el trabajo se distribuye entre todos los empleados.	Involucramiento del grupo de apoyo	El MOADME se diseñó de tal manera que el grupo de apoyo sea una fuerza que impulse en cambio. Durante todas las actividades del MOADME se está capacitando a los individuos en el área personal, en el área técnica, en la formación de equipo, en este estudio del MMPS y provee herramientas como los dímods para facilitar la capacitación. Por otro lado, el MOADME se diseñó de tal manera que se requiera un mínimo de capacitación para usarse.
Tiempo y recursos del grupo de apoyo	El MOADME se diseñó de tal manera que la carga de trabajo para adoptar el modelo se distribuya equitativamente entre todos los empleados, por lo tanto, el trabajo de adoptar el MMPS es de toda la organización y no solamente del grupo de apoyo.	Creación de equipos	El MOADME en la etapa de uso general se enfoca específicamente a formar equipos, tanto el equipo del cambio, como los equipos de trabajo en todos los departamentos.
Von y otros (Von, et al., 2006)			
Incremental	El MOADME es un modelo incremental para permitir que las personas y la organización puedan asimilar el cambio gradualmente. El MOADME primero trabaja a nivel de personas, luego a nivel de grupos de trabajo y por último a toda la organización.	Iterativo	El MOADME es un modelo iterativo para permitir que las personas y la organización puedan asimilar el cambio. Al inicio de cada ciclo se definen los objetivos y metas, lo que permite realizar ciclos y permite que la organización pueda identificar resultados a corto plazo.
Representación por medio de una guía	El MOADME es una guía que especifica las actividades, las mediciones y las intervenciones necesarias para que se adopte un MMPS. Específicamente el MOADME define qué se tienen que hacer, cuándo se tiene que hacer, cómo se tiene que hacer y cómo saber si se está teniendo éxito.	Visión general del proceso de cambio	El MOADME es un modelo que tiene una representación que permite visualizar la totalidad de las actividades que se necesita realizar para adoptar el MMPS. Además, el MOADME se apoya en los Dimod para visualizar la totalidad de los procesos que se tienen que realizar en la organización.
Libertada de decisión	El MOADME está diseñado de tal manera que la organización tiene el poder de decidir el orden de cambio, lógicamente el modelo sigue guiando las decisiones de manera controlada, pero las personas tienen cierto poder de elección.		

V.4. Resumen

El modelo de adopción MOADME es una guía para el proceso de adopción de un MMPS, divide en etapas y las etapas se dividen en fases. El MOADME considera los aspectos sociales y técnicos a nivel de las personas, de los grupos de trabajo y de la organización.

En las organizaciones la adopción de un MMPS se realiza tradicionalmente de forma empírica. Las personas al no poder visualizar la totalidad del proceso del cambio no vean claro los objetivos de la utilización del MMPS ni los beneficios que les ofrece. En general, esta forma tiene muchas desventajas y es muy probable que se fracasase en el intento.

El MOADME al ser un modelo que considera a las personas y a la organización y además establece los pasos que las organizaciones deben seguir para adoptar un MMPS creemos que ofrece muchas ventajas sobre la forma tradicional de adoptar un MMPS, por esta razón en el siguiente capítulo se describe un experimento para probar y para enriquecer el MOADME por medio de la realimentación.

El MOADME utiliza la evaluación como su mecanismo para determinar la situación de las organizaciones y para determinar la intervención que se tiene que realizar para que se logren los objetivos. Para evaluar el MOADME utiliza a PrediSoft una serie de instrumentos de valoración que se detallarán en el Capítulo VII. Además, el MOADME se basa en una técnica de visualización de procesos de mejora de software llamada dimods dicha técnica se detallará en el Capítulo IX.

Capítulo VI

Diseño del experimento

VI.1. Introducción

En este capítulo se propone un experimento para evaluar las ventajas del MOADME sobre la manera tradicional de llevar la adopción de los MMPS. Existen diferentes definiciones del término experimento, sin embargo en esta investigación se utiliza la que proponen Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) que lo definen de la siguiente manera: *“es un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos). Dentro de una situación de control para el investigador”*.

En este estudio se diseña un experimento para analizar las consecuencias del uso del modelo MOADME en la adopción de MoProSoft en las MIPYMES mexicanas de desarrollo de software.

VI.2. Requisitos del experimento

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) un experimento “puro” es aquel en donde se manipula las variables independientes para ver sus efectos sobre las variables dependientes y tiene los siguientes tres requisitos:

1. Se deben manipular intencionalmente una o más variables independientes.

2. Se debe medir el efecto de la variable independiente que tiene en la variable dependiente.
 3. Debe haber control o validez interna de la situación experimental.
- A continuación se detalla cómo en esta investigación se cubren cada uno de los requisitos para que el experimento sea "puro".

VI.2.1. Manipulación intencional de una o más variables independientes

Para ubicar al lector se definen las variables independientes y las dependientes. La variable independiente se considera como la supuesta causa en una relación entre variables; es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente). Las variables independientes se manipulan y la variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella. En la Tabla IX se detallan las variables independientes y dependientes para cada una de las tres etapas del MOADME.

Tabla IX. Variables independientes y dependientes del experimento

Variable independiente		Variable dependiente	
Etapa de preadopción			
El uso del MOADME	• Sensibilización al cambio (SC) • Intención de uso del MoProSoft (IUM)	Etapa de uso general	
El uso del MOADME	• Adopción de MoProSoft (AM)	Etapa de uso continuo	
El uso del MOADME	• Motivación (MO) • Compromiso (CO)		

A continuación se describe la variable independiente:

- *Uso del MOADME.* Se refiere a la utilización del modelo MOADME en una determinada etapa y fase.

A continuación se describen las variables dependientes:

- *Sensibilización al cambio (SC)*: Se define como el grado de disposición de una persona para usar MoProSoft.
- *Intención de uso de MoProSoft (IUM)*: Se define como el grado de disposición de una persona para usar MoProSoft en sus actividades diarias.
- *La adopción del MoProSoft (AM)*: Se define como el grado en el que una persona usa MoProSoft en sus actividades diarias.
- *Compromiso (CO)*: Se define como el nivel de obligación moral que siente un trabajador antes sus compañeros y la organización.
- *Motivación (MO)*: Se define como el nivel de interés con la que una persona ejecuta sus tareas.

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) existen diferentes formas para manipular las variables, en este experimento se utilizará el método de *presencia-absencia* que consiste en exponer a un grupo a la presencia de la variable independiente y a otro no, posteriormente se comparan los resultados de los dos grupos para ver si existen diferencias significativas.

VI.2.2. Medición del efecto de la variable independiente sobre la dependiente

En las organizaciones de desarrollo de software, el trabajo se realiza principalmente en forma grupal, por lo tanto, para este experimento se definen dos tipos de grupo:

- *Grupo de control*. Grupos que no reciben el tratamiento o estímulo experimental. Son equipos que trabajan en proyectos de desarrollo de software que adoptarán MoProSoft con su propia metodología.
- *Grupo experimental*. Grupos que reciben el tratamiento o estímulo experimental. Son equipos que trabajan en proyectos de desarrollo de software que adoptarán MoProSoft utilizando el modelo MOADME.

El hecho de que uno de los grupos no se exponga al tratamiento experimental no significa que su participación en el experimento sea pasiva (que mientras el grupo experimental usa el MOADME, el grupo de control pueda hacer lo que quiera). Por el contrario, significa que realizan las mismas actividades que el grupo experimental, excepto someterse al estímulo, en este caso, ambos grupos tratarán de adoptar MoProSoft, solamente que el grupo experimental lo hará con el MOADME.

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) si en ambos grupos todo fue “igual”, menos la exposición a la variable independiente, es muy razonable pensar que las diferencias entre los grupos se deban a la presencia-ausencia de la variable independiente. Por esta razón, se busca cumplir en lo posible que ambos grupos realicen la misma actividad, que en este caso es adoptar MoProSoft en la organización.

Para este tipo de experimento se tienen que tomar en cuenta las siguientes premisas:

- Es muy difícil que dos organizaciones sean “iguales”, es decir, que tengan las mismas características por ejemplo: capital, recursos materiales, número de empleados, antigüedad, cantidad de proyectos, cultura organizacional, etc.
- Es muy difícil que dos grupos de trabajo sean “iguales”, es decir, que tengan las mismas características, por ejemplo: niveles de comunicación, nivel de confianza, nivel de integración, experiencia, compromiso, motivación, etc.

Para medir las variables dependientes se utiliza al PrediSoft, que es un conjunto de instrumentos de valoración propuesto en este trabajo.

VI.2.3. Control o validez interna de la situación experimental

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) todo experimento “verdadero” debe cumplir con el control o validez interna de la situación experimental. El término control se refiere a que si se observa en el experimento que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se deba a la manipulación y no a otros factores o causas. En términos más coloquiales, tener “control”

significa saber qué está ocurriendo con la reacción entre las variables independientes y dependientes.

El control de la validación interna se puede alcanzar por medio de: (1) la comparación de varios grupos y (2) por la equivalencia de los grupos en todo, excepto en la manipulación de las variables independientes. Es importante mencionar que en este experimento se espera tener grupos no homogéneos debido a que existe una limitación con los grupos de trabajo porque ya están integrados, o se formarán de acuerdo con los intereses y conveniencias de cada empresa.

La falta de aleatoriedad de los grupos podría introducir problemas de validez tanto interna como externa. En el caso de este experimento se utiliza la comparación de varios grupos y se busca obtener el mayor grado de similitud de los equipos en sus características al momento de iniciar el experimento y que éstas sean permanentes durante todo el experimento.

Una de las técnicas para lograr la equivalencia inicial es el emparejamiento o técnica de apareo, existen diversas modalidades de este método; sin embargo, la más común consiste en igualar a los grupos en relación con alguna variable específica que puede influir de modo decisivo en la variable dependiente (Hernández Sampieri, et al., 2001).

En este experimento se emparejan las organizaciones con la experiencia previa debido a que ésta desempeña un papel decisivo en los resultados cuando se utilice el MOADME. Si la adopción previa fue un fracaso, muy probablemente las personas ofrezcan resistencia a la adopción, por otro lado, si la adopción previa fue un éxito, será más probable que se adopte el MMPS. Por esta razón se toman en cuenta esa característica de las organizaciones.

VI.3. Formulación de hipótesis

Las hipótesis indican lo que se está buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones. Las hipótesis no necesariamente son verdaderas; pueden o no serlo, pueden o no

comprobarse con hechos. Son explicaciones tentativas, no los hechos en sí (Hernández Sampieri, et al., 2001).

Las hipótesis de esta investigación surgieron de estudios previos y de experiencia empírica. En total se proponen 10 hipótesis nulas (H_0) y para cada hipótesis nula se propone una hipótesis alterna (H_A). Los nombres de las hipótesis están seguidos por un subíndice el cual representa el número de hipótesis. Por ejemplo H_{01} es la hipótesis nula 1.

En la Tabla X se detallan las hipótesis de este experimento. En la primera columna se indica el nombre, en la segunda columna se indica la etapa, en la tercera columna se indica la variable medida, en la cuarta columna se indica si la empresa tiene experiencia previa o sin experiencia y en la última columna se define el criterio de la hipótesis.

Por ejemplo, el primer renglón de la tabla indica que es la hipótesis nula H_{01} de la etapa de preadopción, se mide la variable sensibilización al cambio en empresas con experiencia previa y el criterio es que usar el MOADME no incrementa la sensibilización al cambio (SC).

VI.4. Diseño del experimento

A continuación se establecen los siguientes elementos del experimento: unidad de análisis, parámetros muestrales, población, selección de muestra, recolección de los datos, selección de los instrumentos de valoración, aplicación de los instrumentos de valoración, preparar las mediciones, analizar los datos y por último la aceptación o rechazo de las hipótesis propuestas.

VI.4.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis se refiere a los grupos de desarrollo de software de MIPYMES mexicanas que se dedican al desarrollo de software y que quieren adoptar un MMP.

Tabla X. Hipótesis del experimento

Hipótesis	Etapas	Variable dependiente	Característica de la empresa	Criterio
H_{01}	PA	SC	Con experiencia	No incrementa SC usar el MOADME
H_{A1}	PA	SC	Con experiencia	Si incrementa SC usar el MOADME
H_{02}	PA	SC	Sin experiencia	No incrementa SC usar el MOADME
H_{A2}	PA	SC	Sin experiencia	Si incrementa SC usar el MOADME
H_{03}	PA	IUM	Con experiencia	No incrementa IUM usar el MOADME
H_{A3}	PA	IUM	Con experiencia	Si incrementa IUM usar el MOADME
H_{04}	PA	IUM	Sin experiencia	No incrementa IUM usar el MOADME
H_{A4}	PA	IUM	Sin experiencia	Si incrementa IUM usar el MOADME
H_{05}	UG	AM	Con experiencia	No incrementa AM usar el MOADME
H_{A5}	UG	AM	Con experiencia	Si incrementa AM usar el MOADME
H_{06}	UG	AM	Sin experiencia	No incrementa AM usar el MOADME
H_{A6}	UG	AM	Sin experiencia	Si incrementa AM usar el MOADME
H_{07}	UC	MO	Con experiencia	No incrementa MO usar el MOADME
H_{A7}	UC	MO	Con experiencia	Si incrementa MO usar el MOADME
H_{08}	UC	MO	Sin experiencia	No incrementa MO usar el MOADME
H_{A8}	UC	MO	Sin experiencia	Si incrementa MO usar el MOADME
H_{09}	UC	CO	Con experiencia	No incrementa CO usar el MOADME
H_{A9}	UC	CO	Con experiencia	Si incrementa CO usar el MOADME
H_{010}	UC	CO	Sin experiencia	No incrementa CO usar el MOADME
H_{A10}	UC	CO	Sin experiencia	Si incrementa CO usar el MOADME

VI.4.2. Parámetros muestrales

Los parámetros muestrales son las características que se desean de la muestra. A continuación se definen:

- Grupos de desarrollo de software.
- Grupos que pertenezcan a organizaciones MIPYMES que tengan menos de 100 empleados.
- Grupos que pertenezcan a organizaciones que tengan intención de adoptar un MMPS.
- Grupos que pertenezcan a organizaciones que se encuentren instaladas en México.
- Grupos que pertenezcan a organizaciones que cuenten con los recursos necesarios (personal, económicos, técnicos) para adoptar un MMPS.
- Organizaciones que se comprometan en realizar todo el experimento.

VI.4.3. Población

De manera extraoficial se estima que en México existen 200 organizaciones (que por lo menos tienen un grupo de desarrollo de software) que cumplen con los parámetros muestrales.

VI.4.4. Selección de la muestra

La selección de la muestra es no probabilística debido a que se realiza rastreando a las organizaciones a través de los registros de organizaciones en las cámaras de las industrias de tecnologías de la información. Además, se da preferencia a aquellas organizaciones que se comprometan por medio de una carta de compromiso a realizar todo el experimento.

En este caso se utilizará los sujetos tipo, donde según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) este tipo de muestra se utiliza en estudios exploratorios y en investigaciones de tipo cualitativo, donde el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información. En este experimento los nombres de los grupos están

compuestos de dos letras que tienen un significado. La primera letra indica si utilizarán el MOADME. Si la letra es "S" indican que será "sin MOADME", si la letra es "M" indica que será "con MOADME". La segunda letra indica si tiene experiencia previa en la adopción de MPS. Si la letra es "S" indican que es "sin experiencia previa", si la letra es "E" indica que es "con experiencia previa". En total se tienen los siguientes cuatro grupos:

- **Grupos (S-E).** Son los grupos que utilizarán su propia metodología y que tienen experiencia previa en adopción de MPS.
- **Grupos (S-S).** Son los grupos que utilizarán su propia metodología y que no tienen experiencia previa en adopción de MPS.
- **Grupos (M-E).** Son los grupos que utilizarán el MOADME con experiencia previa en adopción de MPS.
- **Grupos (M-S).** Son los grupos que utilizarán el MOADME sin experiencia previa en adopción de MPS.

VI.4.5. Recolección de los datos

Se realizarán estudios longitudinales y transversales. Un estudio transversal es un diseño de investigación en donde los datos se recolectan una sola vez, su objetivo es estudiar un problema con profundidad. Un estudio longitudinal es aquel en el que se recolectan datos más de una vez en el tiempo, su objetivo es analizar el comportamiento a través del tiempo. El estudio longitudinal se realizará con la finalidad de probar el funcionamiento del modelo a través del tiempo, de tal manera que se logren beneficios. Se realizará un estudio transversal por cada una de las etapas del modelo. Con la finalidad de estudiar al detalle cada fase y analizar aspectos no contemplados en el MOADME.

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) la recolección de los datos implican tres actividades estrechamente vinculadas entre sí:

a) *Seleccionar un instrumento de medición.* Consiste en seleccionar un instrumento de los disponibles en el estudio del comportamiento o desarrollar uno. Este instrumento debe ser válido y confiable, de lo contrario sus resultados no son útiles.

- b) *Aplicar este instrumento de medición.* Consiste en recabar las observaciones y mediciones de las variables que son de interés para el estudio (medir variables).
 - c) *Preparar las mediciones obtenidas.* Consiste en codificar los datos para que puedan analizarse correctamente.
- A continuación se describen las actividades que se realizarán para recolectar los datos en este experimento.

VI.4.5.1. Seleccionar un instrumento de medición

Los instrumentos de valoración seleccionados son una adaptación para el modelo MoProSoft de los instrumentos de valoración propuesto en este trabajo, los cuales en conjunto se llaman PrediSoft. En la Tabla XI se detalla qué instrumento de valoración se utiliza para cada variable.

Tabla XI. Instrumentos que se utilizarán para medir las variables dependientes

Variable dependiente		Instrumento de valoración	
Sensibilización al cambio (SC)		PrediSoft - sensibilización al cambio	
Intención de uso del MMPS (IU)		PrediSoft - intención de uso de MoProSoft	
Adopción del MMPS (AM)		PrediSoft - adopción de MoProSoft	
Compromiso (CO)		PrediSoft - compromiso y motivación	
Motivación (MO)		PrediSoft - compromiso y motivación	

VI.4.5.2. Aplicación de los instrumentos de medición.

El diseño del experimento es una serie cronológica con repetición del estímulo. La serie consiste en 15 actividades y 30 mediciones (en cada medición se pueden medir varias variables dependientes) en un periodo de 2 años y medio (ver Figura 5). El diseño del experimento se divide en cinco ciclos, en cada uno de los ciclos se realizan 3 actividades con una duración de 2 meses cada una, en total un ciclo se completa en 6 meses. Para cada actividad se realizan dos mediciones, la primera medición (preprueba) se hará previa a la

aplicación de la variable independiente (el uso de metodología propia o el uso del MOADME) y posteriormente se hacen mediciones (postpruebas) de las variables dependientes.

En la Figura 5 se observa que existen dos tipos de organizaciones, las que utilizarán su propia metodología (que no utilizarán MOADME) y las que usarán el modelo MOADME. Las actividades de las organizaciones que no usarán MOADME son desconocidas. Están coloreadas de gris y se nombran por una letra B seguida de un número, por ejemplo B1.

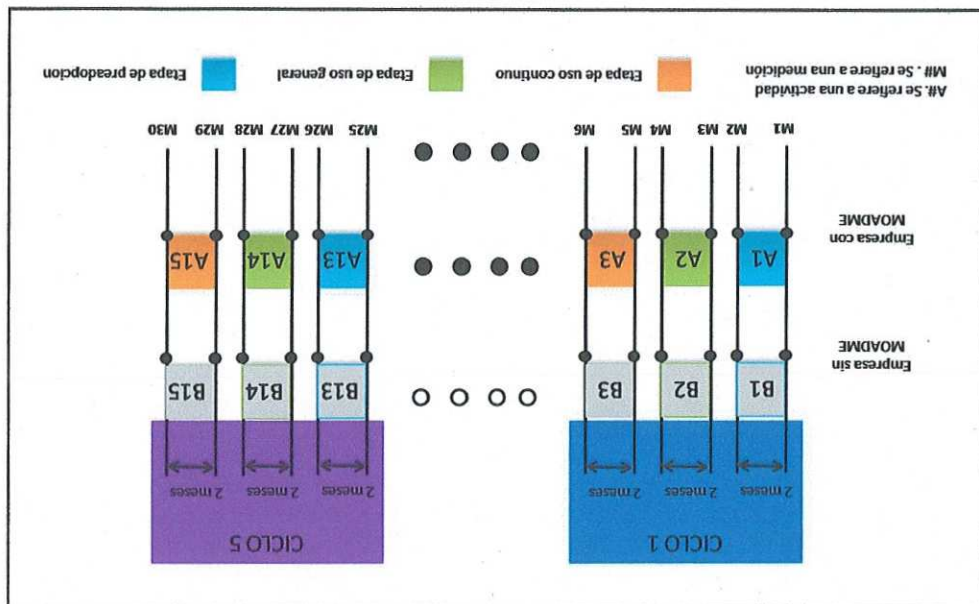


Figura 5. Calendarización de la aplicación de los instrumentos de valoración.

Las actividades de las organizaciones que utilizarán el MOADME se nombran con la letra A seguida de un número, por ejemplo A1; además, cada actividad (A) tiene un color, el cual representa a la etapa a la que corresponde en el MOADME; el color azul representa la etapa de preadopción, el color verde representa la etapa de uso general y el color naranja representa la etapa de uso continuo. En cada etapa se realizan dos mediciones que se representan con la letra M y seguidas de un número, por ejemplo M1.

VI.4.5.3. Ciclos de experimentación

En total se realizarán cinco ciclos de experimentación. En la Tabla XII se detalla cada uno de estos ciclos. En la primera columna se detalla la etapa, en la columna dos se detallan las actividades, en la columna tres se indica el número de la medición previa y las variables que se medirán y en la última columna se indica el número de la medición posterior y las variables que se medirán.

Tabla XII. Ciclos de experimentación

Etapas	Actividad	Medición previa	Medición posterior
Primer ciclo de experimentación			
PA	Fases del MOADME para etapa PA	M1(SC)	M2(SC)
UG	Fases del MOADME para etapa UG	M3(IUM)	M4(IUM)
UC	Fases del MOADME para etapa UC	M5(AM, MO y CO)	M6(AM, MO y CO)
Segundo ciclo de experimentación			
PA	Fases del MOADME para etapa PA	M7(SC)	M8(SC)
UG	Fases del MOADME para etapa UG	M9(IUM)	M10(IUM)
UC	Fases del MOADME para etapa UC	M11(AM, MO y CO)	M12(AM, MO y CO)
Tercer ciclo de experimentación			
PA	Fases del MOADME para etapa PA	M13(SC)	M14(SC)
UG	Fases del MOADME para etapa UG	M15(IUM)	M16(IUM)
UC	Fases del MOADME para etapa UC	M17(AM, MO y CO)	M18(AM, MO y CO)
Cuarto ciclo de experimentación			
PA	Fases del MOADME para etapa PA	M19(SC)	M20(SC)
UG	Fases del MOADME para etapa UG	M21(IUM)	M22(IUM)
UC	Fases del MOADME para etapa UC	M23(AM, MO y CO)	M24(AM, MO y CO)
Quinto ciclo de experimentación			
PA	Fases del MOADME para etapa PA	M25(SC)	M26(SC)
UG	Fases del MOADME para etapa UG	M27(IUM)	M28(IUM)
UC	Fases del MOADME para etapa UC	M29(AM, MO y CO)	M30(AM, MO y CO)

Durante todo el experimento se realizarán 10 mediciones para cada una de las variables dependientes y en total se harán 50 mediciones.

VI.4.5.4. Preparar las mediciones

Cada instrumento de valoración tiene diseñada las operaciones que se tienen que realizar para procesar la información. Ver el Capítulo VII de los instrumentos de valoración para más detalle.

VI.4.6. Análisis de los datos

Una vez que los datos se han codificado y almacenado en una matriz se procederá a analizar los datos. Actualmente el análisis de los datos se lleva a cabo por computadora; es por ello que el énfasis de este capítulo se centra en sugerir los métodos de análisis de datos y no en los procedimientos de cálculo. Es importante mencionar que el objetivo de este experimento es obtener la mayor información posible del comportamiento organizacional y de la utilidad del MOADME. La riqueza del experimento radica en que se capturan muchos datos que pueden ofrecer información que inicialmente no se tiene contemplada en las hipótesis pero que en otro momento puede ser importante para generar otras hipótesis. Para comprobar las hipótesis planteadas es necesario hacer análisis estadístico de los datos. En total hay cuatro análisis diferentes.

En la Tabla XIII se detallan los análisis estadísticos que se realizan entre los diferentes tipos de grupos. Los análisis en la tabla se representan con la palabra "análisis" seguida de un número, por ejemplo "análisis 1". Las intersecciones entre las columnas y los renglones representan un análisis; como no importa el orden de comparación de los datos hay combinaciones que se repiten y por lo tanto esas no se toman en cuenta. En la tabla estas combinaciones se representan con un asterisco (*). Además, se descartan los casos de comparar grupos en los que sus características varían en dos variables simultáneamente: por ejemplo que varían en la experiencia y en la metodología. En la tabla estas combinaciones se representan con un (%).

Tabla XIII. Análisis estadísticos que se realizarán con los grupos experimentales

grupos				grupo
	S-E	S-S	M-E	
	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 2	
	*	Análisis 1	%	
	M-E	%	Análisis 1	
	M-S	%	Análisis 2	
	S-E	%	Análisis 1	
	S-S	*	Análisis 2	
	M-E	%	Análisis 1	
	M-S	*	Análisis 2	

* Esa combinación se repite. % Esa combinación modifica dos variables.

En ambos tipos de análisis se realizará la prueba estadística que se detalla en la Tabla XIV.

Tabla XIV Prueba estadística

Elemento		Descripción	
Prueba estadística	•	Si es para el mismo grupo, T de student para muestras dependientes	•
	•		
Grados de libertad	•	Si es para el mismo grupo para n grados de libertad (el cual se calcula sumando la cantidad de resultados de la MI + la cantidad de resultados de MF - 1).	•
	•		
Nivel de significancia	•	0.05 ($P < 0.05$)	•
	•		
Operaciones	•	Se calcula el valor t de student para n grados de libertad y error $P < 0.05$.	•
	•		

En las mediciones de dos grupos y para una variable independiente, si para cierta actividad A_j y para cierta variable dependiente V_k que se mide para esta actividad, el valor de la t calculada es mayor que el valor de la t de la tabla para n grados de libertad y un error de 0.05 ($P < 0.05$) indica con un nivel de significancia de 0.05 que hay una diferencia significativa entre los dos grupos.

Si la media del primer grupo, es mayor que la media del segundo grupo, entonces se puede afirmar que la variable independiente disminuye la variable dependiente V_k en la actividad A_j . De lo contrario se puede afirmar que la variable independiente aumenta la variable dependiente V_k en la actividad A_j . Si el valor de la t calculada es menor que el valor de la t de la tabla para n grados de libertad y error ($P < 0.05$) indica con un nivel de significancia de 0.05 que no hay una diferencia significativa entre los grupos y por lo tanto la variable dependiente no influye en la variable dependiente V_k en esa actividad.

VI.4.6.1. Análisis de las actividades

El análisis 1 se diseñó con dos objetivos: el primero, probar si las actividades propuestas en el MOADME muestran resultados satisfactorios, y segundo analizar si las actividades que

realizan las empresas (que no usarán el MOADME) tienen algún beneficio. A continuación se define las actividades a realizar:

En el caso de las organizaciones que usarán el MOADME para cada una de las actividades (A#) y para cada una de las variables dependientes (SC, IUM, AM, MO, CO) que se miden en esa actividad, se realizará el análisis de la Tabla XIV entre los resultados obtenidos de la medición inicial (MI) y de la medición final (MF).

En el caso de las organizaciones que no usarán el MOADME se realizará la medición de las variables dependientes (SC, IUM, AM, MO, CO) en los mismos periodos que de las organizaciones que usan MOADME y se analizarán los resultados de la misma forma que en el caso de las organizaciones que usarán MOADME. En la Tabla XV se muestran la interpretación de los resultados del análisis.

Tabla XV Interpretación de los resultados del análisis estadístico

Grupos		Interpretación
S-E o S-S	Si la <i>t calculada</i> > <i>t de la tabla</i> y si la media de los valores de la MF es mayor que la media de los valores MI, indica que se debe estudiar esa actividad; de lo contrario, si MF < MI, se anota esa actividad en las lista de las actividades que no se deben practicar.	Si la <i>t calculada</i> < <i>t de la tabla</i> se anota esa actividad en la lista de las actividades que no se deben practicar.
	Si la <i>t calculada</i> > <i>t de la tabla</i> y si la media de los valores de la MF es mayor que la media de los valores MI, indica que es una actividad que debe permanecer en el MOADME; de lo contrario, si MF < MI, indica que se debe modificar la actividad porque no tiene beneficios significativos.	Si la <i>t calculada</i> < <i>t de la tabla</i> indica que se debe modificar la actividad porque no tiene beneficios significativos.

VI.4.6.2. Análisis entre diferentes grupos.

El objetivo análisis 2 es identificar si hay una diferencia significativa entre las diferencias de las mediciones de las variables dependientes de dos grupos independientes. Cuando se

realiza esta comparación, solo se manipula una variable, ya sea la metodología o la experiencia. Los análisis que se realizan entre diferentes grupos son 4: (1) S-E contra S-S, (2) M-E contra M-S, (3) M-E contra S-E y (4) M-S contra S-S.

Para cada par de grupos (ya sea S-E contra S-S, M-E contra M-S, M-E contra S-E o M-S contra S-S) y para cada actividad A_j y para cada una de las variables V_k se realiza la resta entre los resultados obtenidos de la medición final MF con los resultados medición inicial MI; es decir, se calculará la variación de MI a M2. Posteriormente se realiza el análisis estadístico de la Tabla XIII con las variaciones de los valores entre el par de grupos. En la Tabla XVI se muestra la interpretación de los resultados del análisis.

Tabla XVI. Interpretación de resultados del análisis estadístico

Grupos		Resultados
S-E contra grupos S-S M-E contra grupos M-S	Si la t calculada $> t$ de la tabla y si la media de los grupos sin experiencia (ya sea S-S o M-S) es mayor que la de los grupos con experiencia (ya sea S-E o M-E), entonces se puede afirmar que la experiencia previa influye negativamente en la variable dependiente en esa actividad. De lo contrario se puede afirmar que la experiencia previa influye positivamente y es un factor importante a tomar en cuenta en los procesos de adopción de MMPs. Si la t calculada $< t$ de la tabla indica que la experiencia no influye en la variable dependiente en esa actividad.	Si la t calculada $> t$ de la tabla y si la media de los grupos que utilizaron el MOADME (ya sea M-E o M-S) es mayor que la de los grupos que no lo utilizaron (ya sea S-E o S-S), entonces se puede afirmar que el uso del MOADME influye positivamente en la variable dependiente en esa actividad. De lo contrario se puede afirmar que el uso del MOADME no tiene beneficios significativos y que se debe modificar esa actividad. Si la t calculada $< t$ de la tabla indica que se debe modificar la actividad porque no tiene beneficios significativos.

VI.4.7. Aceptación o rechazo de las hipótesis

Muchas investigaciones usan los valores finales de las variables para comprobar sus hipótesis, pero en el caso de este experimento, la comprobación de las hipótesis se hará con

los aumentos de las variables a través de los ciclos. A continuación se da una explicación de esta decisión.

Las variables: *sensibilización al cambio (SC)*, *intención de uso de MoProSoft (IUM)*, *adopción de MoProSoft (AM)*, *motivación (MO)* y *compromiso (CO)* son muy sensibles a los factores organizacionales, sociales y humanos, por lo tanto, se espera que tendrán muchas variaciones a través de los ciclos de experimentación. Debido a esto, se podrá observar que el valor de estas variables al finalizar un ciclo de experimentación puede ser mayor que el valor de la variable al iniciar otro ciclo o que el valor de estas variables al final de la realización de todos los ciclos de experimentación sea muy similar al valor inicial del primer ciclo o de algún otro.

Por ejemplo, en una empresa se midió la *sensibilización al cambio (SC)* con los siguientes resultados: en el ciclo 1, el valor de la M1 fue 0.6 y el valor de la M2 fue 0.9 y en el ciclo 2, el valor de la M3 fue 0.4 y el valor de la M4 fue 0.6. Por lo tanto, el valor inicial (M1) es igual al valor final (M4) y la diferencia entre ellos es cero; estos resultados aparentan que el modelo después de dos ciclos no ayudó a elevar la *sensibilización al cambio (SC)*. Sin embargo, el modelo sí causó efectos en las variables aunque el resultado final no lo refleje. Para comprobar esto, la diferencia en las mediciones en el ciclo 1 (M2-M1) es 0.3 y en el ciclo 2 (M4-M3) es 0.2; es decir, el modelo aumentó la variable *sensibilización al cambio (SC)* 0.3 en el ciclo uno y 0.2 en el ciclo dos, en total la ayudó a elevarse un 0.5. Lo cual refleja que el modelo está influyendo en las variables aunque el valor inicial y el valor final de las mediciones sean el mismo.

A continuación se establece el procedimiento para rechazar o aceptar las hipótesis planteadas. Además, se da un ejemplo de la interpretación de los resultados.

VI.4.7.1. Procedimiento para aceptar o rechazar las hipótesis

Para aceptar las hipótesis se sigue el siguiente procedimiento.

1. Calcular las diferencias entre las mediciones de la variable para la etapa que especifica la hipótesis. Para cada variable se realizaron 10 mediciones, por lo tanto, se calculan 5 diferencias.

2. Sumar las diferencias parciales, para obtener el aumento acumulado (AA).

3. Comparar los AA de los grupos que usaron MOADME con los que no lo usaron.

Esta comparación se hace por medio de una prueba estadística que se detalla en la Tabla XVII.

Tabla XVII. Análisis estadístico

Elemento		Descripción	
Prueba estadística		T de student para muestras independientes	
Grados de libertad		n grados de libertad (el cual se calcula sumando la cantidad de resultados del grupo A con la cantidad de resultados del grupo B - 2).	
Nivel de significancia		Se recomienda nivel de 0.05 ($P < 0.05$).	
Operaciones		• Se calcula el valor T de student para n grados de libertad y error $P < 0.05$. • Se buscan el valor en la tabla T para n grados de libertad y error $P < 0.05$.	

4. Comparar la *t calculada* con la *t de la tabla*, si la *t calculada* es mayor que la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$), indica con un nivel de significancia de 0.05 que hay una diferencia significativa entre los grupos y por lo tanto se rechaza la H_0 . Para aceptar la hipótesis H_A se deben comparar las medias de ambos grupos. Si la media del grupo que usó el MOADME es mayor que la del que no lo uso, se acepta la H_A .

5. Si el valor de la *t calculada* es menor que el valor de la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$), indica que con un nivel de significancia de 0.05 que no hay una diferencia significativa entre los grupos y por lo tanto se acepta H_0 .

A continuación se muestra un ejemplo para las hipótesis H_{01} y H_{A1} .

Primero se calculan las diferencias entre las mediciones de la variable *sensibilización al cambio* (SC) antes y después de las actividades de la etapa de *predicción* (PA) de los

grupos S-E y M-E, una vez calculadas las diferencias se calculan los incrementos acumulados finales.

Como se realizan 10 mediciones de la variable *sensibilización al cambio (SC)* se calcularán 5 diferencias como sigue primero la diferencia D_1 ($M2 - M1$), luego la diferencia D_2 ($M8 - M7$), luego la diferencia D_3 ($M14 - M13$), luego la diferencia D_4 ($M20 - M19$), y finalmente la diferencia D_5 ($M26 - M25$). Posteriormente, se calcula la suma de todas las diferencias parciales. Finalmente, se compararán los incrementos finales (DA) de ambos tipos de grupos y se calculará el análisis de la Tabla XVII.

Si el valor de la *t calculada* es mayor que el valor de la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$), indica con un nivel de significancia de 0.01 que hay un hipótesis H_{A1} se deben comparar las medias de ambos grupos. Si la media del grupo M-E es mayor que la media del grupo S-E, se acepta la H_{A1} .

Si el valor de la *t calculada* es menor que el valor de la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$) pero es mayor que el valor de la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$) indica con un nivel de significancia de 0.01 que hay una diferencia significativa entre los grupos por lo tanto se rechaza la H_{01} . Para aceptar la hipótesis H_{A1} se deben comparar las medias de ambos grupos. Si la media del grupo M-E es mayor que la media del grupo S-E, se acepta la H_{A1} .

Si el valor de la *t calculada* es menor que el valor de la *t de la tabla* para *n* grados de libertad y error ($P < 0.05$) indica que con un nivel de significancia de 0.05 no hay una diferencia significativa entre los grupos y por lo tanto se acepta H_{01} .

Capítulo VII

Propuesta de instrumentos de valoración para la adopción de los MMPS (PrediSoft)

En este capítulo se propone un conjunto de instrumentos de valoración llamado PrediSoft. Un instrumento de valoración es una herramienta que captura la percepción de las personas, codifica la información, y la procesa para obtener resultados que sirven para tomar decisiones del proceso de adopción. En total son cinco instrumentos de valoración; cada uno evalúa un aspecto diferente durante un proceso de adopción. Los instrumentos propuestos son:

- *PrediSoft - sensibilización al cambio*
- *PrediSoft - selección del agente de cambio*
- *PrediSoft - intención de uso del MMPS*
- *PrediSoft - adopción del MMPS*
- *PrediSoft - Compromiso y motivación.*

VII.1. Procedimiento para construir los instrumentos de valoración

Existen diferentes metodologías para elaborar instrumentos de valoración, en esta investigación se utilizó la metodología propuesta por Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) debido a que ellos proponen un procedimiento general para elaborar instrumentos de valoración para cualquier tipo de investigación. La metodología utilizada tiene los siguientes pasos:

1. Listar las variables que se pretenden medir.
2. Revisar su definición conceptual y comprender su significado.

3. Revisar cómo se han definido operacionalmente las variables en otros estudios.
4. Elegir el instrumento o los instrumentos (ya desarrollados) que hayan sido favorecidos por la comparación y adaptación al contexto de la investigación que incluyan las variables y sus dimensiones.
5. Indicar el nivel de medición de cada pregunta y, por ende, el de las variables.

Además, para elaborar los instrumentos de valoración se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los instrumentos se realizaron basándose en otros instrumentos o teorías ampliamente probadas en otros contextos.
- Los instrumentos se diseñaron en un lenguaje de bajo nivel y se tomó en cuenta las características de las personas que los contestarán.
- Todos los instrumentos utilizan preguntas cerradas con escala Likert. Se utilizó este tipo de pregunta debido a que es más fácil de codificar, de analizar, requiere un menor esfuerzo para los respondientes y se pueden anticipar las posibles alternativas de respuesta. La escala tiene 5 niveles. A la izquierda están los aspectos negativos, a la derecha los aspectos positivos y al centro un valor neutro.
- El objetivo de los instrumentos es obtener la mayor cantidad de información, de tal manera que se pueda captar la situación de la organización con el menor número de preguntas para evitar el cansancio y no afectar la validez y confiabilidad.
- Todos los instrumentos incluyen una sección donde se recolectan los siguientes datos personales: empresa, lugar, fecha, sexo, puesto, estado civil, número de años en la organización, número de años en ese puesto, número de años en organizaciones de desarrollo de software, escolaridad y MMPS que han utilizado.

VII.2. Funcionamiento general de los instrumentos de valoración

Para cada uno de los instrumentos propuestos se realizó un cuestionario, se especificaron las operaciones para analizar los datos y se definieron las características que debe tener el reporte de valoración. Los cinco instrumentos recogen la percepción de los empleados por

- *Sensibilización al cambio (SC)*: Se define como el grado de disposición de una persona para cambiar su forma de trabajo.
 - *Intención de uso del MoProSoft (IUM)*: Se define como el grado de disposición de una persona para usar MoProSoft en sus actividades diarias.
- A continuación se define cada uno de los factores generales.

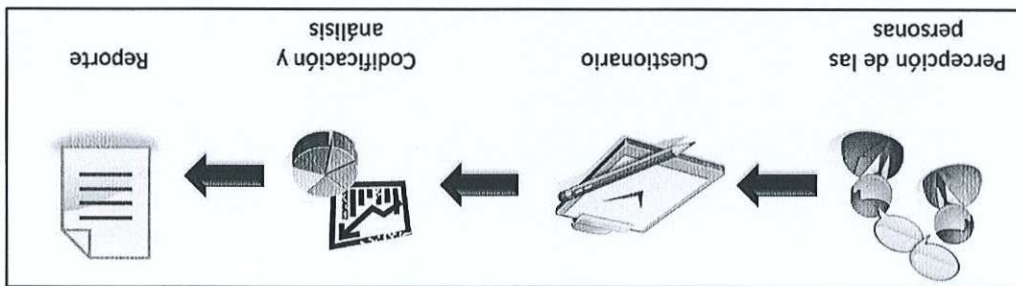
Instrumento de valoración		Factor general		Cantidad de preguntas	
PrediSoft - sensibilización al cambio	Sensibilización al cambio (SC)	126 cerradas escala Likert			
PrediSoft – selección del agente de cambio	Perfil de cambio (PC)	33 cerradas escala Likert	4 de opción múltiple		
PrediSoft – intención de uso del MMPS	Intención de uso del MMPS (IUM)	80 cerradas escala Likert			
PrediSoft – adopción del MMPS	Adopción del MMPS (AM)	80 cerradas escala Likert			
PrediSoft – motivación y compromiso	Motivación (MO) y compromiso (CO)	64 cerradas escala Likert			

Tabla XVIII. Detalles de los instrumentos de valoración

En la Tabla XVIII se detallan los instrumentos de valoración. En la primera columna se enlistan los nombres, en la segunda columna el factor general que miden y en la tercera columna la cantidad y tipo de preguntas.

VII.3. Instrumentos de valoración de la adopción de los MMPS (PrediSoft)

Figura 6. Funcionamiento de los componentes de cada módulo de PrediSoft



medio de un cuestionario, posteriormente esa información se captura, se codifica y se procesa y finalmente se elabora el reporte de valoración (ver Figura 6).

Este instrumento de valoración mide en total 56 factores asociados a la resistencia al cambio. Dichos factores se dividen en dos áreas: factores ligados al individuo y factores ligados a la organización. El área de factores ligados al individuo mide 30 factores que se dividen en tres subáreas: 10 factores asociados al Saber/Conocer, 5 factores asociados a la Responsabilidad (Hacer) y 15 factores asociados al Querer/Sentir/Desear. El área de factores ligados a la organización mide 26 factores y también se divide en tres subáreas: 10 factores organizacionales globales asociados al proceso de cambio, 12 factores

VII.3.1.1.1. Factores medidos

Para elaborar este instrumento se compararon tres instrumentos para medir la sensibilidad al cambio y se analizaron los constructores que medían y las escalas que éstos utilizan. Es importante mencionar que el instrumento de García Chacón (García Chacón, 2005) incluye todos los constructores de los otros instrumentos analizados, por lo tanto, se decidió utilizar solamente este instrumento como base para construir nuestro instrumento. El Anexo C proporciona una descripción más detallada de este instrumento. A continuación se detallan los factores que mide este instrumento.

VII.3.1. PrediSoft - sensibilidad al cambio

A continuación se detalla cómo se elaboraron cada uno de los cinco instrumentos de valoración y se enlistan los factores particulares que miden. Para ver las definiciones de los constructores que se miden en cada instrumento ver el Anexo A.

- *Perfil de cambio (PC)*: Se define como el grado en el que una persona es apta para ser agente de cambio.
- *La adopción del MoProSoft (AM)*: Se define como el grado en el que una persona usa MoProSoft en sus actividades diarias.
- *Compromiso (CO)*: Se define como el nivel de obligación moral que siente un trabajador antes sus compañeros y la organización.
- *Motivación (MO)*: Se define como el nivel de interés con las que una persona ejecuta sus tareas.

organizacionales asociadas al proyecto. En la Tabla XIX se detalla la cantidad y los números de las preguntas de los factores asociados al individuo y en la Tabla XX se detalla las preguntas de los factores asociados a la organización. Se recomienda que cuando se utilice este instrumento las preguntas se ordenaron en forma aleatoria.

Tabla XIX. Preguntas asociadas al individuo en *PrediSoft – sensibilización al cambio*.

Asociados al individuo		
Factores individuales asociados al Saber/ Conocer		
Constructor	Total preguntas	Número de preguntas
Factores individuales asociados a la responsabilidad (hacer)		
1. Conocimientos teóricos prácticos sobre el proceso de cambio	4	1-4
2. Conocimientos teóricos prácticos exigidos por el cambio	3	5-8
3. Capacidad de integración	5	9-13
4. Capacidad para la resolución y manejo de conflictos	3	14-16
5. Capacidad para la comunicación	5	17-21
6. Autocontrol	7	22-28
7. Capacidad para entender a los demás	4	29-32
8. Organización (orden y claridad)	3	33-35
9. Capacidad analítica e interpretativa	4	36-39
10. Orientación al aprendizaje	3	40-42
Factores individuales asociados al Querer/ Sentir/ Desear		
1. Adiestramiento/ preparación	2	43,44
2. Incorporación de cambios	2	45,46
3. Contribuir	2	47,48
4. Propuesta de mejora	2	49,50
5. Provisión de información	3	51-53
Factores individuales asociados al poder		
1. Seguridad/ confianza ante el cambio	2	54,55
2. Optimismo ante el cambio	2	56,57
3. Comodidad ante el cambio	3	58-60
4. Certidumbre ante el cambio	4	61-64
5. Motivación ante el cambio	3	65,66,67
6. compromiso ante el cambio	3	68,69,70
7. Lealtad con el cambio	2	71,72
8. Flexibilidad ante el cambio	2	73,74
9. Voluntad para cambiar	2	75,76
10. Aprobación del cambio	2	77,78
11. Satisfacción con el cambio	2	79,80
12. Paciencia/ Prudencia con el cambio	2	80,81
13. Respeto al cambio	2	82,83
14. Autoestima con el cambio	2	84,85
15. Sentido de colaboración con el cambio	2	86,87

Este instrumento se basó en el instrumento que propone García Chacón (García, 2005) y además este instrumento usa sociometría para medir las relaciones sociales entre los miembros de un grupo; se entiende por grupo aquel conjunto humano cuyos elementos se conocen, se influyen mutuamente y poseen objetivos en común. Este instrumento mide en forma práctica el número de elecciones o rechazos que un sujeto recibe y su posición en el grupo, pero sin ofrecer datos relativos a las causas motivadoras de las decisiones tomadas por los sujetos en cuanto a sus preferencias o rechazos. Para ver con más detalle este instrumento ver el Anexo D. A continuación se mencionan los factores que mide este instrumento.

VII.3.2. PrediSoft – selección del agente de cambio

Constructor		
Asociados a la organización		
Factores organizacionales globales asociados al proceso de cambio		
1. Comunicación organizacional	3	88-90
2. Cultura organizacional	2	90,91
3. Clima organizacional	2	92,93
4. Flexibilidad de la organización	3	94,96
5. Legitimación del poder	2	97,98
6. Estabilidad de la organización	2	99,100
7. Entorno/ contexto	2	101,102
8. Niveles de participación	2	103,104
9. Sistemas de recompensas	3	105-107
10. Experiencias de cambios organizacionales	2	108,109
Factores organizacionales asociados al proyecto		
1. Proceso de toma de decisiones	2	110,111
2. Diagnóstico de la situación actual	2	112,113
3. Proceso de planificación	1	114
4. Conformación del equipo de trabajo	1	115
5. Proceso de ejecución	1	116
6. Proceso de seguimiento y control	1	117
7. Proceso de evaluación y auditoría	3	118-120
8. Proceso de incentivos/ recompensas	2	121,122
9. Proceso de asesoría/ consultoría	2	123,124
10. Proceso de comunicación y realimentación	2	125,126
11. Proceso de formación y adiestramiento	1	127
12. Proceso de institucionalización	1	128

Tabla XX. Preguntas asociadas a la organización en PrediSoft – sensibilización al cambio.

VII.3.2.1.1. Factores medidos

Este instrumento de valoración mide en total 11 factores; por medio de las preguntas cerradas mide nueve factores y por medio de las preguntas abiertas dos. En la Tabla XXI se detalla la cantidad y los números de las preguntas de cada factor.

Tabla XXI. Preguntas por constructor en *PrediSoft* - selección del agente de cambio.

Constructor	Cantidad de preguntas	Número de preguntas
Preguntas cerradas		
1. Diagnóstico de la situación actual	5	1-5
2. Gerencia del proyecto	7	6-12
3. Gerencia del cambio	4	13-16
4. Adiestramiento	5	17-21
5. Conformación y control de equipos	2	22-23
6. Determinación de alcance y objetivos	3	24-26
7. Asignación de recursos	1	27
8. Previsión de los efectos de cambio	2	28-29
9. Liderazgo e impulso	4	30-33
Preguntas opción múltiple		
1. Popularidad	2	34,36
2. Antipatía	2	35, 37
Total	37	

VII.3.3. PrediSoft – intención de uso del MMPS

Este instrumento se basa en la teoría de adopción de MMPS (TUAMMPS) que se propone en esta investigación. Más detalles de este instrumento se pueden encontrar en el Anexo E. A continuación se detallan los factores que mide este instrumento.

VII.3.3.1.1. Factores medidos

Este instrumento de valoración mide en total 12 factores asociados a la intención de uso del MMPS. Además, este instrumento tiene 16 moderadores (que limitan la intención de uso), cinco los captura con la percepción de las personas y los 11 restantes es la información personal que la utiliza como moderadores.

Debido a que en esta etapa existen constructores y moderadores basados en la percepción de las personas se incluyeron ciertas preguntas para medir ambos elementos. En la Tabla XXII se detalla la cantidad de preguntas para cada constructor y en la Tabla XXIII se detallan la cantidad de preguntas para los moderadores basados en la percepción. Las preguntas se ordenan de forma aleatoria.

Tabla XXII. Preguntas por constructor en *PrediSoft* - intención de uso del MMPS

Constructor	Cantidad de preguntas	Número de preguntas
1. Percepción de utilidad	7	79,74,59,41,37,19,1
2. Percepción de facilidad de uso	4	60,42,20,2
3. Normas subjetivas	4	61,43,21,3
4. Ventaja relativa	4	63,45,23,5
5. Compatibilidad	4	64,47,25,7
6. Demostración de resultados	6	75,65,48,39,26,8
7. Imagen	5	66,49,40,27,9
8. Visibilidad	4	67,50,28,10
9. Impacto en la trayectoria profesional	4	69,52,30,12
10. Motivación extrínseca	3	55,33,15
11. Motivación intrínseca	3	56,34,16
12. Expectativas personales	5	76,70,53,31,13
Total	53	

Tabla XXIII. Preguntas por moderador en *PrediSoft* - intención de uso del MMPS

Constructor	Cantidad de preguntas	Número de preguntas
1. Afectación	5	62,44,38,22,4
2. Voluntad	3	46,24,6
3. Control de la conducta	4	68,51,29,11
4. Ansiedad	6	80,77,71,54,32,14
5. Autoeficacia	4	72,57,35,2
6. Condiciones facilitadoras	5	78,73,58,36,18
Total	27	

VII.3.4. PrediSoft – adopción del MMPS

Este instrumento de valoración es muy parecido al instrumento de valoración de *PrediSoft* - intención de uso del MMPS, la única diferencia es el cuestionario que se aplica. Las preguntas del cuestionario del instrumento *PrediSoft* - intención de uso del MMPS están enfocadas en la expectativa de uso, mientras que las preguntas del cuestionario del *PrediSoft* - adopción del MMPS están enfocadas al uso real. En ambos instrumentos se

miden los mismos constructores y moderadores, la información se analiza de la misma forma y se genera el mismo tipo de reporte.

VII.3.5. PrediSoft – Compromiso y motivación

Para elaborar este instrumento se analizaron los constructores de motivación que utilizan dos instrumentos el de Cook y Wall (Cook y Wall, 1980) y el de Varona (Varona, 1993). Para los constructores de la motivación se utilizó la teoría ERG propuesta por Alderfer (Alderfer, 1969) a continuación se detalla el cuestionario, el análisis de los datos y el reporte de valoración.

VII.3.5.1.1. Factores medidos

Este instrumento de valoración mide en total seis factores. Tres son asociados al compromiso y tres asociados a la motivación. En la Tabla XXIV se detalla la cantidad de preguntas para cada constructor. Las preguntas se ordenaron de forma aleatoria.

Tabla XXIV. Preguntas por constructor en *PrediSoft*- motivación y compromiso

Constructor	Cantidad de preguntas	Número de preguntas
Compromiso		
1. Compromiso afectivo	19	1,2,5,6,8,12,13,14,15,16,19 20,21,23,24,33,34,37,39,41,42,44
2. Compromiso continuo	10	7,9,10,11,22,31,32,35,38,40
3. Compromiso normativo	11	3,4,17,18,25,26,27,28,29,30,36,42
Motivación		
1. Existencia	6	57,58,60,62,63,64
2. Relación	7	47,50,51,53,54,55,56
3. Crecimiento	7	45,46,48,49,52,59,61
Total	64	

VII.4. Análisis de los datos de los instrumentos de valoración

Para todos los instrumentos de valoración excepto para *PrediSoft* - selección del agente de cambio a la información capturada se le realiza dos tipos de análisis: el análisis de la variable (SC, IUM, AM, MO o CO) de toda la organización y el análisis de la variable (SC,

IUM, AM, MO o CO) “modulado” por una característica específica (por ejemplo, el departamento, la edad, el sexo, etc.). A continuación se describe cada análisis.

Calcular el Valor de la Variable de toda la Organización (VVO). Este valor se calcula con la ecuación (1), dividiendo la suma de todos los valores personales (VP) entre el número de empleados (N), es decir, es el promedio de los VP.

$$VVO = \frac{\sum_1^N VP}{N} \quad (1)$$

El Valor Personal (VP). Este valor se calcula con la ecuación (2), dividiendo la suma de los valores de los constructores (VC) de una persona entre el número de constructores (NC), es decir, es el promedio de los promedios de los constructores.

$$VP = \frac{\sum_1^N VC}{NC} \quad (2)$$

El Valor de un Constructor (VC). Este valor se calcula con la ecuación (3), dividiendo la suma de los valores de las respuestas a las preguntas de un constructor específico (VCE) entre el número de preguntas de ese constructor (NP), es decir es el promedio de los valores de las respuestas de un constructor.

$$VC = \frac{\sum_1^N VCE}{NP} \quad (3)$$

Calcular el valor resistencia al cambio modulado por una característica específica. Este valor se calcula dividiendo la suma de todos los valores personales (VP) de las personas que tienen la característica seleccionada entre el número de empleados (N) que cumplen con esa característica, es decir es el promedio de los VP. El VP se con la ecuación (2).

Esta investigación supone que la importancia o impacto de un constructor puede variar en el tiempo y que los constructores son limitados directamente por moderadores. Esta investigación se enfocó solamente a identificar los constructores y moderadores. Se identificaron los siguientes moderadores personales: la edad, el puesto, el sexo, el estado civil, la escolaridad, la antigüedad en el puesto, la antigüedad en la empresa, la antigüedad en empresas de software, Autoeficacia, afectación, ansiedad, grado de voluntad, y también se identificaron los siguientes moderadores de la organización: cantidad de empleados, estructura organizacional, condiciones facilitadoras y la percepción del control de la conducta.

VII.4.1. PrediSoft - selección del agente de cambio

Para analizar la información del instrumento *PrediSoft - selección del agente de cambio* se procesan de manera diferente los factores que se miden con las preguntas abiertas y las de opción múltiple. Para las preguntas cerradas se utilizan las ecuaciones (2) y la (3). Para los factores que se miden con preguntas abiertas se realizan dos actividades: elaboración de las matrices sociométricas y cálculo de los índices sociométricos. A continuación se detalla cada una de las actividades.

VII.4.1.1. Las matrices sociométricas

Las matrices sociométricas o sociomatrices son cuadros de doble entrada. Tanto en la primera columna como en la primera fila se colocan los nombres de los miembros del grupo, y en el resto, los resultados de las preguntas abiertas de acuerdo con una serie de criterios.

Construir una tabla o cuadrícula de $(n+1)$ por $(n+1)$ donde n es igual al número de miembros del grupo (por ejemplo, en un grupo de 4 miembros se construye una tabla de 5 por 5 celdas).

Colocar tanto en la primera columna como en el primer renglón el listado de todos los miembros con el mismo orden. Además, se deben observar las siguientes características:

- Es conveniente ordenar conforme a algún criterio (por ejemplo, primero todos los hombres y luego todas las mujeres, etc.).
- Es conveniente utilizar alguna abreviatura sobre todo cuando se trata de un grupo grande (por ejemplo: un número de empleado, sólo el nombre, las siglas del nombre y apellido, etc.). Un ejemplo se describe en la Tabla XXV.

Tabla XXV. Construcción de la sociomatriz

EM	GA	AS	JA	LV
EM	GA	AS	JA	LV

Colocar las elecciones realizadas por cada persona en cada fila. (Por ejemplo: EM eligió a GA, JA, AS y LV; GA eligió a EM, JA, AS y LV; AS eligió a EM, LV, JA y GA; JA eligió a LV, EM, GA y AS; y LV eligió a JA, EM, GA y AS). Los valores tanto de elección como de rechazo se ponderarán o valorarán en función del número de elecciones en este instrumento son 3 posibles por lo tanto se seguirá el siguiente orden: al elegido en primer lugar se le dará un 3, el elegido en segundo lugar un 2 y finalmente al elegido en tercer lugar un 1. Ver la Tabla XXVI.

Tabla XXVI. Sociomatriz de elección

EM	GA	AS	JA	LV
	3	1	2	
		1		3
	3			
			1	2
		1		
EM	GA	AS	JA	LV

Del mismo modo se colocan los rechazos ponderados.

Tabla XXVII. Sociomatriz de rechazo

VII.4.1.2. Los índices sociométricos

Los índices sociométricos son la relación existente entre dos valores sociométricos o uno de ellos con el conjunto del grupo. Existen muchos tipos de índices sociométricos establecidos por diversos sociometristas pero para este instrumento sólo interesan los individuales: aquellos que hacen referencia a los individuos y son:

a) Índice de popularidad (P_{op})

$$P_{op} = S_p / (n-1)$$

(4)

Donde S_p es la suma de las elecciones ponderadas recibidas por un individuo y n el número de personas que forman el grupo. Se divide por $n-1$, ya que al no poder elegirse el sujeto a sí mismo el máximo de elecciones posibles dirigidas a un sujeto es $n-1$. El máximo valor de P_{op} es el número de elecciones (en el ejemplo presentado es tres).

Continuado con el ejemplo de la Tabla XXVI se calcula primero el S_p de EM sumando los elementos de la columna de EM (la suma es 11). Posteriormente se divide esa cantidad entre el número de integrantes menos uno (la resta es 6), y finalmente se realiza la división (el resultado es 1.83).

b) Índice de antipatía (A_{NT})

EM	GA	AS	JA	LV
EM				2
GA			1	3
AS			2	1
JA				
LV				

(5)

$$A_{NT} = S_{II} / (N - I)$$

Donde S_n es el número de rechazos recibidas por un individuo.

VII.4.1.3. Selección del agente de cambio

Una vez calculados los factores de este instrumento se determina quién es la persona más apta para ser el agente de cambio. Se deben seguir los siguientes pasos:

1. Primero elegir a las personas que tengan los resultados más altos en los factores para ser un agente de cambio.
2. Posteriormente seleccionar a las personas que tengan los niveles más altos de aceptación y que tengan los niveles más bajos de antipatía.
3. Finalmente, seleccionar a la persona más sensible al cambio (esta información se obtiene de los resultados de aplicar el instrumento de sensibilización al cambio).

VII.5. Reportes de valoración de los instrumentos de valoración

Una vez realizado el análisis de los datos se debe elaborar un reporte con la finalidad de presentar de manera concentrada la información que es útil para el proceso de adopción. Para todos los instrumentos excepto para *PrediSoft* - *selección del agente de cambio*, este reporte debe mostrar la siguiente información:

- Valor de la variable (SC, IUM, AM, MO o CO) de la organización
- Valor de la variable (SC, IUM, AM, MO o CO) por departamentos, por puestos, por estado civil, por edades, por sexo, por antigüedad en la empresa, por antigüedad en el puesto, por antigüedad en organizaciones de desarrollo de software, por experiencia previa en adopción de MMPS.

Además, para cada uno de los análisis anteriores detallar los valores de todos los factores medidos.

Para el *PrediSoft* - selección del agente de cambio se debe mostrar el nombre de la persona que tiene el valor del perfil de agente de cambio más alto. Y además debe mostrar los siguientes datos:

1. Nombres de las personas que tengan los resultados más altos en los factores para ser un agente de cambio.
2. Nombres de las personas que tengan los niveles más altos de aceptación y que tengan los niveles más bajos de antipatía.

VII.6. Experimento para probar la confiabilidad y validez de los instrumentos

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, y otros, 2001) todo instrumento de recolección de los datos debe reunir dos requisitos esenciales: confiabilidad y validez. La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Cabe aclarar que un instrumento de medición puede ser confiable pero no necesariamente válido. Por ello, es requisito que el instrumento de medición demuestre ser confiable y válido. De no ser así, los resultados de la investigación no pueden tomarse en serio.

VII.6.1. Experimentos

A continuación se detalla el experimento de cada uno de los instrumentos de valoración para probar su confiabilidad y validez. En total se realizarán 5 experimentos (uno para cada uno de los instrumentos). Es importante mencionar que todos los experimentos son muy similares entre sí.

VII.6.1.1. Selección de la muestra

Para cada experimento se deben seleccionar una muestra de 50 personas con características particulares. En la siguiente tabla se detalla las características de la muestra de cada experimento.

VII.6.1.2. Desarrollo del experimento

Para llevar a cabo cada uno de los instrumentos se deben realizar los siguientes pasos:

- Aplicar el instrumento de valoración a la muestra.
- Procesar los datos como se sugiere para cada instrumento de valoración.

Tabla XXVIII. Parámetros muestrales

Experimento		Parámetros muestrales
Experimento sensibilización al cambio.	Personas que laboran en organizaciones de desarrollo de software que están por iniciar la adopción de un MMPS.	
Experimento selección del agente de cambio.	Personas que laboran en organizaciones de desarrollo de software que están por iniciar la adopción de un MMPS.	
Experimento intención de uso del MMPS.	Personas que laboran en organizaciones de desarrollo de software que tienen mucho tiempo de haber iniciado la adopción de un MMPS.	
Experimento adopción del MMPS.	Personas que laboran en organizaciones de desarrollo de software que tienen mucho tiempo de haber iniciado la adopción de un MMPS.	
Experimento motivación y compromiso.	Personas que laboran en organizaciones de desarrollo de software que tienen mucho tiempo de haber iniciado la adopción de un MMPS.	

Para todos los instrumentos se harán el mismo tipo de pruebas para probar la confiabilidad y validez. A continuación se detallan las pruebas.

VII.6.1.3. Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos se mide para cada constructor. Primero se calcula el valor promedio del constructor y después el grado de correlación (por medio de una prueba

alfa de Cronbach) entre los promedios de las 50 personas. El grado de correlación refleja la confiabilidad para medir ese constructor de ese instrumento. Si el coeficiente que se obtenga es igual o superior a 0.90 se acepta que el instrumento es confiable para medir los constructores.

Si el valor obtenido es menor que 0.90 no se puede decir que el instrumento no es confiable. Lo se debe hacer es aumentar el nivel de la muestra por medio de la fórmula de la profecía, la cual se utiliza para estimar cuántas aplicaciones del test se deben realizar para obtener el nivel de confiabilidad que se pide. La fórmula es la siguiente:

$$N = \frac{r_a(1 - r_0)}{r_0(1 - r_a)} \quad (6)$$

Donde:

- N= número de veces la cantidad de test aplicados actualmente.
- r_a = es el nivel deseado de confiabilidad.
- r_0 = El nivel de confiabilidad actual

Por ejemplo si el valor de $N = 1.5$ se tendrían que realizar $50 * 2.1 = 105$ aplicaciones, es decir, aplicar 55 veces más cuestionarios de las que en ese momento se habían aplicado. Si el valor es muy grande o es prácticamente insoportable económicamente o por limitaciones de tiempo se aconseja trabajar en reestructurar el instrumento.

VIII.6.1.4. Validez

Según Hernández Sampieri y otros (Hernández Sampieri, et al., 2001) la validez es un concepto del cual puede tenerse diferentes tipos de evidencia: 1. evidencia relacionada con el contenido, 2. Evidencia relacionada con el criterio y 3. Evidencia relacionada con el constructor.

La validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico. Un instrumento de medición debe contener representados a todos los elementos del dominio de contenido de las variables a medir. Por ejemplo, la medición de operaciones aritméticas no deberá basarse sólo en sumas.

La validez de criterio establece la validez de un instrumento de medición comparándola con algún criterio externo. Este criterio es un estándar con el que se juzga la validez del instrumento. Por ejemplo, se puede hacer una medición antes de las elecciones y compararlo con los resultados después de las elecciones.

La validez de constructor probablemente es la más importante sobre todo desde la perspectiva científica, la cual se refiere al grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones de acuerdo con hipótesis derivadas teóricamente y que concierne a los conceptos que se están midiendo. Por ejemplo, si se mide la resistencia al cambio y teóricamente se estableció que entre más edad mayor resistencia al cambio, entonces por medio de los resultados se debe comprobar esa relación.

Así, la validez de un instrumento de medición se evalúa sobre la base de tres tipos de evidencia. Entre mayor evidencia de validez de contenido, validez de criterio y validez del constructor tenga un instrumento de valoración, éste se acerca más a representar la variable o variables que pretende medir.

En el caso de los instrumentos de valoración propuestos se puede comprobar la validez de la siguiente manera:

Validez de contenido. Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de instrumentos y teorías previas, se identificaron todos los factores que éstos median y se hizo una recopilación, por lo tanto, los instrumentos de valoración propuestos contemplan todos los factores que hasta este momento han sido identificados.

Validez de constructor. Debido a que los constructores, los tipos de preguntas y las escalas de todos los instrumentos propuestos se derivan de otras teorías e instrumentos que fueron

probados por medio de hipótesis y estudios científicos, consideramos que es muy probable que midan los factores con la misma validez que los instrumentos base.

Validez del criterio. Para poder evaluar este tipo de validez es necesario realizar experimentos longitudinales para obtener resultados y poder compararlos con los resultados que predicen los instrumentos. Este tipo de estudio se realizará durante el experimento propuesto para evaluar el modelo de adopción MOADME.

VII.7. Resumen

En este capítulo se describieron los instrumentos de valoración llamados PrediSoft. En total son 5 instrumentos y cada uno mide una variable diferente. Además se describió un experimento para probar la validez y la confiabilidad de cada instrumento de valoración. Todos los instrumentos propuestos se basan en teorías o modelos probados previamente. Los instrumentos *PrediSoft* – *intención de uso del MMPs* y *PrediSoft* – *adopción del MMPs* se basan en la teoría TUA-MMPs que se propone en este trabajo y se describe en el siguiente capítulo.

Capítulo VIII

Teoría propuesta de adopción de MMPS (TUAMMPS)

En este capítulo se describe cómo se elaboró la teoría unificada de adopción de MMPS (TUAMMPS). Esta teoría propone los constructores y moderadores que influyen en el comportamiento de intención de uso y en la adopción de los MMPS. Esta teoría se deriva de doce teorías de adopción de tecnología que se basan en teorías generales del comportamiento humano y sociología.

VIII.1. Teoría unificada de adopción de MMPS

Un marco teórico se define como una colección de teorías y modelos de la literatura que sustentan un estudio de investigación positivista (Hussey *et al.*, 1997). En otras palabras, se trata de un modelo conceptual de la manera en que el investigador hace lógico las relaciones entre los diferentes factores que han sido identificados como importantes en el problema.

La TUAMMPS (marco teórico propuesto) se basa en doce teorías de adopción de tecnología que están fundamentadas en teorías generales de sociología y del comportamiento humano: La teoría de la difusión de la innovación (IDT) (Rogers, 1995), la teoría de la acción razonada (TRA) (Fishbein *et al.*, 1975), la teoría del comportamiento planeado (TPB) (Ajzen, 1991), la teoría social cognoscitiva (SCT) (Bandura, 1986), el modelo de adopción de tecnología (TAM) (Davis, 1989), la teoría de las características percibidas de la innovación (PCI) (Moore y Benbasat, 1991), el modelo de la utilización de la PC (MPCU) (Thompson, *et al.*, 1991), el modelo motivacional (MM) (Davis, *et al.*, 1992),

la teoría TAM y TPB combinados (C TAM-TPB) (Taylor y Todd, 1995), la teoría del comportamiento planeado desglasado (DTPB), el modelo de adopción de tecnología aumentado (TAM2) (Venkatesh y Davis, et al, 2000) y la teoría unificada de la aceptación de la tecnología UTAUT (Venkatesh, et al, 2003). Para elaborar la TUAMMPS se recopilieron, compararon y se agruparon los constructores y moderadores que proponían estas teorías y posteriormente se definieron los constructores y moderadores para el contexto de la adopción de MMPS.

La TUAMMPS está compuesto de tres tipos de variables importantes (ver Figura 7). Doce constructores básicos (variables independientes representados por un cuadro azul), dos variables dependientes (la intención de uso del MMPS representada por un cuadro rojo y la adopción del MMPS representada por un cuadro verde) y 16 variables moderadoras agrupadas en dos grupos (los moderadores del individuo que se representan con un cuadro naranja y los de la organización representados por un cuadro morado).

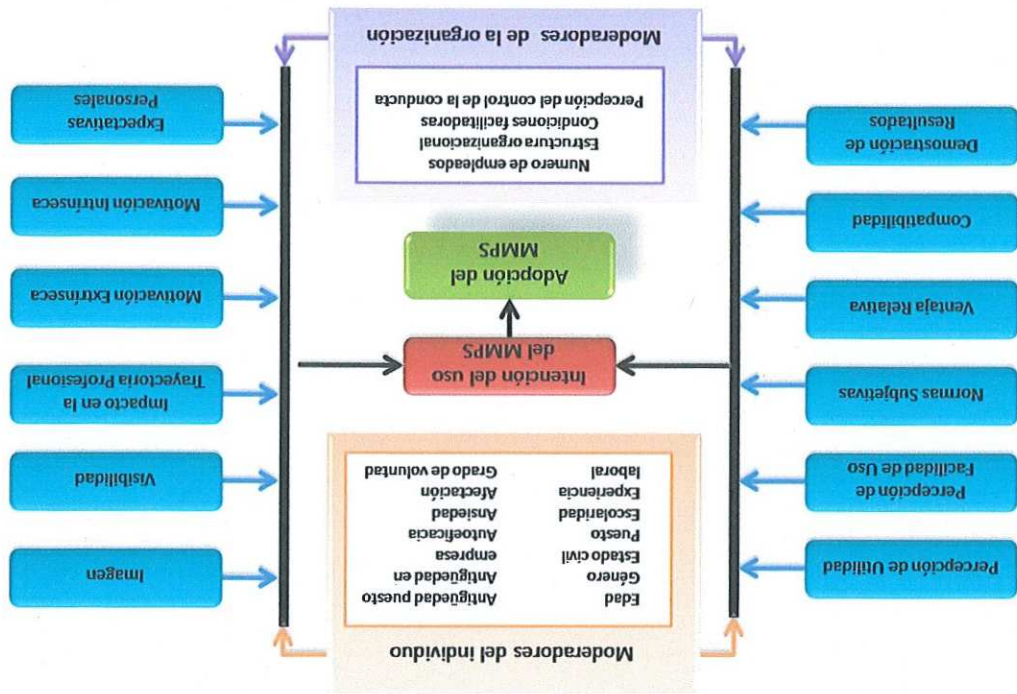


Figura 7 Teoría TUAMMPS.

La importancia de esta teoría radica que en el contexto de adopción de MPS considera de manera global los constructores y moderadores de otras teorías, le agrega algunos moderadores y los unifica en una sola teoría. Esta teoría se utilizó para elaborar los instrumentos de valoración *predisof* – intención de uso del MPS y *predisof* - adopción del MPS. A continuación se describen cada uno de estos elementos.

VIII.1.1. Variables independientes (constructores)

En psicología un constructor es cualquier entidad hipotética de difícil definición dentro de una teoría científica, es algo de lo que se sabe su existencia, pero cuya definición es difícil o controvertida. Son constructores la inteligencia, la personalidad, la creatividad, etc. Bunge (Bunge, 1973) lo define como un concepto no observacional al contrario de los conceptos observacionales o empíricos, ya que los constructores son no empíricos, es decir, no se pueden demostrar. Estos conceptos no son directamente manipulables, igual que lo es algo físico, pero se pueden inferir a través de la conducta.

Kerlinger (Kerlinger, 1988) dice que los constructores se pueden definir usando otros constructores. Por ejemplo, al definir inteligencia como "la aptitud para pensar en forma abstracta" o como "agudeza mental". Una definición es constitutiva cuando define un constructor por medio de otro constructor. Por ejemplo, definir "ansiedad como miedo subjetivo". Según Torgerson (Torgerson, 1958) todos los constructores para ser útiles científicamente deben poseer un significado constitutivo.

Existen otro tipo de definiciones que son las definiciones operacionales. Una definición operacional de un constructor se refiere a las operaciones mediante las cuales un investigador determina la presencia o ausencia (o la magnitud) de un fenómeno. Estas operaciones son mediciones o registros numéricos, por ejemplo: los puntajes de los exámenes para medir inteligencia y otras aptitudes, la longitud del recorrido de un ratón en un laberinto, los tiempos de reacción frente a distintos estímulos, la cantidad de errores que se presentan en alguna actividad motora, la cantidad de palabras memorizada, entre otras.

De ahí la injerencia de las técnicas estadísticas en la investigación psicológica en donde siempre hay que medir los constructores para poder estudiarlos.

En total se proponen doce constructores básicos (variables independientes): Percepción de utilidad (PU), percepción de facilidad de uso (PEOU), normas subjetivas (SN), ventaja relativa (VR), compatibilidad (CP), demostración de resultados (DR), imagen (IM), visibilidad (VS), impacto en la trayectoria profesional (ITP), motivación extrínseca (ME), motivación intrínseca (MI) y expectativas personales (EP). Se espera que con estos constructores se pueda predecir el comportamiento de uso de los MUPS. En la Tabla XXIX se detallan los constructores que se proponen en esta teoría y las teorías de donde se tomaron.

Tabla XXIX. Teorías base para elaborar la TUMMPS

Modelos o teorías												Constructor
IDT	SCT	TRA	TPB	DTPB	TAM	TAM2	C-TAM-TPB	UTAUT	MM	PCI	MPCU	
(PU)	*	*	*	*	*	*	*	*			*	
(PEOU)	*			*	*	*	*	*			*	
(SN)		*	*	*	*	*	*	*			*	
(VR)	*							*		*		
(CP)	*			*				*		*		
(DR)	*									*		
(IM)	*							*		*		
(VS)	*									*		
(ITP)											*	
(ME)								*	*			
(MI)									*			
(EP)	*											

Todos los constructores de la TUMMPS provienen de teorías ampliamente probadas de adopción de tecnología. Recientemente se publicaron algunos artículos donde probaron que algunos constructores no inflúan en la intención de uso o en la adopción (uso actual) y otros artículos donde comprobaron que sí. En la Tabla XXX se enlistan las publicaciones que determinan que ese constructor tiene una influencia en la intención de uso y algunas publicaciones que encontraron que no tenían influencia.

Las Variables dependientes en este estudio son los comportamientos de intención de uso y la adopción (uso actual). A continuación se define cada una de ellas.

- *Intención de uso del MMPS (IUM)*: Se define como el grado de disposición de una persona para usar el MMPS en sus actividades diarias.
- *La adopción del MMPS (AM)*: Se define como el grado en el que una persona usa el MMPS en sus actividades diarias.

VIII.1.2. Variables dependientes

Como se puede observar en la Tabla XXX, existe controversia si se deben incluir o no algunos constructores para medir la intención de uso o la adopción, a pesar de dicha controversia en la TVAMMPS se incluyen todos los constructores debido que en el contexto de adopción de MMPS no se ha probado que esos constructores no tienen influencia.

En la Tabla XXXI se definen los constructores de la TVAMMPS. En la primera columna se enlistan los constructores, en la segunda columna se definen los constructores, y en la tercera columna se enlistan las referencias de los estudios donde se tomaron las definiciones para poder definir los constructores de esta teoría.

Constructor	Publicación que lo aceptan	Publicaciones que lo rechazan
PU	(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)	
PEOU	(Venkatesh et al, 2003)	(Riemenschneider, et al., 2002)
SN	(Riemenschneider, et al., 2002)	(Venkatesh et al, 2003)
VR	(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)	
CP	(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)	
DR		(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)
IM		(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)
VS		(Venkatesh et al, 2003)
MPCU		(Venkatesh et al, 2003) y (Riemenschneider, et al., 2002)
ME	(Venkatesh et al, 2003)	
MI	(Venkatesh et al, 2003)	
EP	(Venkatesh et al, 2003)	

Tabla XXX. Análisis de constructores

Tabla XXXI. Definición de los constructores de la TVAMMPS

Constructor		Definición
PU	(Davis, 1989)	"El grado en que una persona cree que usar un MMPS le ayudará a incrementar su desempeño laboral"
PEOU	(Davis, 1989)	"El grado en el que una persona cree que el MMPS será fácil de usar."
SN	(Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)	"El grado en el que un individuo es influido por la opinión de los demás hacia el uso del MMPS".
VR	(Venkatesh <i>et al.</i> , 2003)	"El grado en el que una persona cree que usar el MMPS es mejor que como realiza su trabajo actualmente"
CP	(Moore y Bensabat, 1991)	"El grado de afinidad que tiene el MMPS con los actuales valores, necesidades y experiencias de potenciales adoptadores"
DR	(Moore y Bensabat, 1991)	"El grado de percepción de que el uso del MMPS producirá resultados tangibles".
IM	(Moore y Bensabat, 1991)	"El grado de percepción de que el uso del MMPS realzará su imagen en su sistema social".
VS	(Moore y Bensabat, 1991)	"El grado en que se podrá ver o identificar a los demás usar el MMPS dentro de la organización".
ITP	(Moore y Bensabat, 1991)	"El grado de percepción de que el uso del MMPS impacta a largo plazo en la trayectoria laboral".
ME	(Davis <i>et al.</i> , 1992)	"La percepción de que los usuarios desean usar el MMPS para alcanzar algún beneficio diferente a la satisfacción de realizar la actividad".
MI	(Davis <i>et al.</i> , 1992)	"La percepción de que los usuarios desean usar el MMPS solamente por la satisfacción de usarlo".
PE	(Compeau y Higgins, 1995)	"Los resultados personales esperados por el uso del MMPS, específicamente de la autoestima y autorrealización".

El moderador o la variable moderadora tienen un fuerte efecto contingente sobre la relación entre la variable independiente (constructores) y la variable dependiente (intención de uso o adopción). Es decir, la presencia de una tercera variable (la variable moderadora) modifica la relación original entre las variables independientes y las variables dependientes (Sekaran, 2003).

Venkatesh y otros (Venkatesh *et al.*, 2003) comprobaron que el poder de predicción de los modelos aumenta cuando se incluyen las variables moderadoras, por ejemplo cuando se prueba a TAM su poder de predicción es de un 35% pero cuando se le agregan las variables moderadoras su predicción aumenta hasta un 52% por lo tanto. Además, ellos probaron que

ocho modelos mejoraron significativamente su poder de predicción cuando se les incluían los constructores.

En esta investigación se proponen dieciséis variables moderadoras que se agrupan de la siguiente manera: los asociados a la persona y los asociados a la organización. Se espera que estos moderadores influyan los principales constructores de la intención de uso y la adopción del MMPs.

Se han encontrado inconsistencias en el uso de características individuales, algunas veces se utilizan como moderadores y otras como constructores; sin embargo, hay evidencia que en el contexto de la adopción de tecnología la mayoría de las características individuales fueron examinadas como moderadores debido que encontraron que tienen un impacto en la influencia de varios constructores que determinan la intención de uso. Por ejemplo Venkatesh y otros (Venkatesh *et al.*, 2000) justifican que la autoeficacia y la ansiedad no son unos determinantes directos de la intención si no que regulan la percepción de facilidad de uso por lo tanto son unos moderadores.

Con esta evidencia, para la presente investigación la autoeficacia (AE), ansiedad (AN), afectación (AF) y grado de voluntad (GV) se suponen que son como moderadores debido a que se espera que regulen la influencia de los constructores en la intención de uso.

VIII.1.3.1. Variables moderadoras de las personas

A continuación se definen los moderadores de las personas. El primer grupo son características del individuo: edad, género, estado civil, puesto, escolaridad, experiencia laboral, antigüedad en el puesto y antigüedad en la organización (AF), grado de voluntad (GV), ansiedad (AN), autoeficacia (AE). Los moderadores (GV, AE, AF, AN, sexo, edad y experiencia laboral) de la TUVAMMPS provienen de teorías ampliamente probadas de adopción de tecnología; los moderadores restantes los proponemos en esta investigación con base en experiencias empíricas. En la Tabla XXXII se definen los moderadores personales que se basan en la percepción.

Tabla XXXII. Moderadores personales

Construtor		Definición
GV	"El grado que el uso de una MMPS es percibida como voluntaria"	(Moore y Bensabat, 1991)
AE	"Juicio individual sobre su capacidad para utilizar el MMPS"	(Bandura, 1977)
AF	"Reacciones emocionales positivas o negativas de un individuo asociadas al uso del MMPS"	(Thompson <i>et al.</i> 1991).
AN	"La sensación de angustia o inquietud que se genera en una persona al usar el MMPS"	(Compeau y Higgins, 1995).

VIII.1.3.2. Variables moderadoras de las organizaciones

El segundo grupo es sobre características de la organización en particular el número de empleados, la estructura organizacional, la percepción de control de la conducta (PCC) y las condiciones facilitadoras (CF).

Construtor		Definición
CF	El grado en el que un individuo cree que la infraestructura organizacional y técnica existente ayuda al uso del MMPS.	Venkatesh <i>et al.</i> 2003).
PCC	El grado en que se percibe que las limitaciones internas y externas dificultan el uso del MMPS.	(Venkatesh <i>et al.</i> 2003).

VIII.2. Resumen

En este capítulo se describió la elaboración de la teoría de adopción llamada TVAMMPS. En el siguiente capítulo se propone los diagramas de visualización de modelos de procesos de desarrollo de software (dimods).

Capítulo IX

Los dimods

IX.1. Introducción

Los diagramas de visualización de modelos de procesos de desarrollo de software (dimods) es una herramienta gráfica que se propone en este trabajo basada en una serie de técnicas visuales (como los mapas mentales, las gráficas ricas, los diagramas de secuencia, entre otros) y cuya finalidad es apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de modelos de procesos de desarrollo de software.

IX.2. Problemática en la descripción de los modelos de mejora de procesos.

Según Lonchamp (Lonchamp, 1993) un proceso es “un conjunto de pasos parcialmente ordenados, con un conjunto de artefactos relacionados, recursos humanos y computarizados, estructuras organizacionales y restricciones, con el propósito de producir y mantener productos liberables”.

Existen diferentes formas de describir los procesos y es muy común que se utilice la narrativa, también llamada representación lineal, para describirlos. Según García Mireles (García, 2003) la narrativa puede ser insatisfactoria porque tal expresión puede sufrir de ambigüedades inherentes al lenguaje; también puede ser semánticamente confusa ya que el profundizar en una explicación aumenta el tamaño de la descripción. Según Buzan (Buzan, 1996) la representación lineal excluye la capacidad que tiene el cerebro para captar el color,

la área, la síntesis, el ritmo y la imagen. Además, impide un buen aprovechamiento del tiempo debido a que obliga a la lectura de información innecesaria. Otro problema es que dificulta la propiedad del cerebro a establecer asociaciones, con lo cual contrarresta la creatividad y la memoria.

Cabe destacar que muchos de los modelos de desarrollo de software que se utilizan ampliamente en el mundo se describen principalmente por medio de la representación lineal. El modelo MoProSoft no es la excepción, a pesar de que se apoya con algunos diagramas de UML (Unified Modeling Language), éste usa principalmente la narrativa como su forma de describir los procesos.

En general, los modelos de mejora de procesos de desarrollo de software son complejos y aunque existe una gran cantidad de factores que dificultan su implantación, creemos que la forma en que están descritos contribuye a empeorar más aun este escenario. Por esta razón, se realizó una evaluación durante el desarrollo de un diplomado sobre el modelo MoProSoft⁸ para conocer la opinión de los asistentes con respecto a las características propias de este modelo.

IX.3. Evaluación de la representación del MoProSoft

En la evaluación participaron 30 personas. 12 de ellos son académicos, 10 son empleados involucrados en el desarrollo de software, y 8 son dueños de empresas de software.

Al final del diplomado se realizaron entrevistas semiestructuradas y se aplicó un cuestionario, con la finalidad de conocer la opinión de los asistentes con relación a ciertas características de la norma y evaluar la percepción del nivel de aprendizaje. Es importante

⁸ El diplomado en MoProSoft se impartió en Tijuana, B.C., con duración de 100 horas (10 horas/semana), del 19 de octubre del 2007 al 26 de enero del 2008.

analizar que nunca se pretendió evaluar el desempeño de los instructores del diplomado, ni el procedimiento de enseñanza que utilizaron.

De las entrevistas semiestructuradas se obtuvieron comentarios como los siguientes:

1. "...se necesita alguna otra forma de representar la información para no andar brincando de librito en librito...".
2. "...no está muy claro el cómo, cuándo, dónde y por quién se deben realizar las actividades y tienes que andar buscando en los diferentes tomos...".
3. "...la norma está tan confusa que no sé por dónde empezar a implantar ni cómo transmitir la información que estoy aprendiendo".

El cuestionario consiste de 22 preguntas divididas en cuatro áreas, a continuación se describe brevemente las características de cada área.

1. *Descripción y presentación* (4 preguntas). Se evaluó la forma en que está escrita la norma, la calidad y cantidad de los gráficos.
2. *Organización y búsqueda de información* (5 preguntas). Se evaluó la forma como está organizada la información en la norma y la forma de encontrar información específica.
3. *Identificación de elementos y asociaciones* (8 preguntas). Se evaluó la forma en que se pueden identificar los distintos elementos de la norma (actividades, tareas, productos y roles) y las asociaciones y dependencias entre ellos.
4. *Características pedagógicas* (5 preguntas). Se evaluaron algunas características de la norma que pueden influir en su aprendizaje.

Cada pregunta evalúa una característica en especial de la norma. Las respuestas son de opción múltiple con una escala Likert de cinco niveles. El nivel uno es una percepción muy negativa sobre la característica que se evalúa, el nivel cinco es una percepción muy positiva, y el nivel tres es una percepción neutral.

Después de analizar la información generada por la encuesta, es claro que las personas encuestadas tienen una percepción más negativa que positiva en casi todas las preguntas de la encuesta. La Tabla XXXIII muestra el promedio de estos resultados.

Tabla XXXIII Resultados de evaluar a la norma

Área Norma	
1	2.7
2	3.0
3	2.6
4	2.4

IX.4. La motivación

Del análisis de la información proporcionada por la evaluación se concluye que se requiere diseñar un mecanismo que reúna las siguientes características:

- Debe ser simple para permitir visualizar en forma compacta y clara a los diversos elementos (actividades, tareas, roles y productos) de la norma.
- Debe mostrar claramente las dependencias e interacciones entre los diversos elementos de la norma, e indicar a qué nivel de maduración corresponden cada uno de ellos.
- Debe incluir color y figuras para hacer más atractivo el proceso de aprendizaje, aumentar el nivel de memorización, y facilitar la retención de la información de la norma.
- Debe facilitar la enseñanza de la norma en forma grupal.

De la necesidad de apoyar a los usuarios de MoProSoft nace la motivación para la realización de los diagramas de visualización. En este capítulo se proponen los “dimods”, un tipo especial de diagramas que en buena medida ayudan a resolver la problemática planteada. A pesar de que existe una variedad de técnicas alternativas que podrían ayudar a solucionar estos problemas, las técnicas gráficas que, en nuestra opinión, mejor ayudan a modelar un proceso son los mapas mentales y las gráficas ricas. Por esta razón, los “dimods” propuestos combinan principalmente estas dos técnicas junto con algunas otras.

IX.5. Mapas mentales y gráficas ricas.

En esta sección se da una descripción básica de los mapas mentales y de las gráficas ricas, por ser las técnicas principales en la que se basan los “dimods”.

IX.5.1. Mapas mentales

La técnica de los mapas mentales fue desarrollada por Buzan (Buzan, 1996) con el objeto de fortalecer las conexiones sinápticas que tienen lugar entre las neuronas de la corteza cerebral y que hacen posibles prácticamente todas las actividades intelectuales del ser humano.

El mapa mental es una herramienta que permite la memorización, organización y representación de la información con el propósito de facilitar los procesos de aprendizaje, administración y planeación organizacional así como la toma de decisiones. Lo que hace diferente al mapa mental de otras técnicas de ordenamiento de información es que nos permite representar nuestras ideas utilizando de manera armónica las funciones cognitivas de los hemisferios cerebrales.

Al utilizar el mapa mental se produce un enlazamiento electro-químico entre los hemisferios cerebrales de tal forma que todas nuestras capacidades cognitivas se concentran sobre un mismo objeto y trabajan armónicamente con un mismo propósito.

Toda la actividad cerebral se realiza mediante conexiones electro-químicas denominadas sinápticas. Mediante estas conexiones las neuronas se comunican entre sí formando una red de almacenamiento y procesamiento de información. Cada vez que incorporamos datos nuevos por la vía perceptual o reflexiva las conexiones sinápticas forman “circuitos de enlace” por los que fluye la nueva información y se conecta con la información ya existente para poder ser “comprendida”. Por medio de esta red sináptica el cerebro asocia los nuevos contenidos mentales con todo el conjunto de conocimientos previos logrando la asimilación de los datos nuevos a nuestros esquemas ya establecidos.

Un saber aislado representa un conocimiento parcial mientras que un saber reflexivo, asociado a otros saberes, representa un conocimiento integral, mucho más rico, fácil de recordar y sobre todo útil.

Al igual que el cerebro, el mapa mental opera mediante la asociación de ideas: una vez ubicada la idea central, se desprenden de ella por asociación "ramas" hacia todas las ideas relacionadas con ella, mostrando las diferentes dimensiones o aspectos de un mismo tema. Un mapa mental puede ayudar a representar gráficamente todas las actividades relacionadas a la realización de un objetivo, mostrando además las "micro actividades" que se desprenden de cada actividad.

Pero el mapa mental va todavía más allá. Así como es más fácil entender un concepto cuando lo "visualizamos" en el pensamiento por medio de la imaginación, el asumir una actitud abierta, creativa, frente a los objetos de nuestro conocimiento nos permite familiarizarnos con ellos más eficazmente. Esto ocurre gracias a que la actividad lógica y racional controlada por nuestro hemisferio izquierdo se ve complementada por la capacidad creativa y la disposición emocional hacia los objetos reguladas por el hemisferio derecho.

Durante el proceso de aprendizaje, el humano recuerda principalmente los siguientes aspectos:

1. Aquellos temas o aspectos concernientes al inicio del periodo de aprendizaje.
2. Aquellos temas o aspectos concernientes al final del periodo de aprendizaje.
3. Cualquier aspecto y/o tema asociado al tema que se está aprendiendo.
4. Algún aspecto o punto sobresaliente o resaltado durante el proceso.
5. Todo lo que llame la atención de una manera determinante.
6. Lo que sea de interés especial.

Estos aspectos, en conjunto con las imágenes que se perciben durante el proceso, contribuyen a la adquisición de las ideas inherentes y por consiguiente al proceso de "recordar", a través de la asociación de imágenes, conceptos y conocimientos.

El mapa mental tiene cuatro características esenciales, a saber:

1. El asunto o motivo de atención, se cristaliza en una imagen central.
2. Los principales temas de asunto *irradiate* de la imagen central en forma ramificada.
3. Las ramas comprenden una imagen o una palabra clave impresa sobre una línea asociada. Los puntos de menor importancia también están representados como ramas adheridas a las ramas de nivel superior.
4. Las ramas forman una estructura nodal conectada.

Aunado a estas características, los mapas mentales se pueden mejorar y enriquecer con colores, imágenes, códigos y dimensiones que les añadan interés, belleza e individualidad, fomentándose la creatividad, la memoria y la evocación de la información.

Cuando una persona trabaja con mapas mentales, puede relajarse y dejar que sus pensamientos surjan espontáneamente, utilizando cualquier herramienta que le permita recordar sin tener que limitarlos a las técnicas de estructuras lineales, monótonas y aburridas.

Para la elaboración de un mapa mental y tomando en consideración las características esenciales el asunto o motivo de atención, se debe definir identificando una o varias *Ideas Ordenadoras Básicas* (IOB), que son conceptos clave (palabras, imágenes o ambas) de donde es posible partir para organizar otros conceptos, en este sentido, un mapa mental tendrá tantas IOB como requiera el "cartógrafo mental".

Una vez que se han determinado las ideas ordenadoras básicas se requiere considerar otros aspectos:

1. Organización: El material debe estar organizado en forma deliberada y la información relacionada con su tópico de origen (partiendo de la idea principal, se conectan nuevas ideas hasta completar la información).
2. Agrupamiento: Luego de tener un centro definido, un mapa mental se debe agrupar y expandir a través de la formación de sub-centros que partan de él y así sucesivamente.

3. Imaginación: Las imágenes visuales son más recordadas que las palabras, por este motivo el centro debe ser una imagen visual fuerte para que todo lo que está en el mapa mental se pueda asociar con él.
4. Uso de palabras clave: Las notas con palabras clave son más efectivas que las oraciones o frases, siendo más fácil para el cerebro, recordar éstas que un grupo de palabras, frases u oraciones
5. Uso de colores: Se recomienda colorear las líneas, símbolos e imágenes, debido a que es más fácil recordarlas que si se hacen en blanco y negro. Cuanto más color se use, más se estimulará la memoria, la creatividad, la motivación y el entendimiento e inclusive, se le puede dar un efecto de profundidad al mapa mental.
6. Símbolos (herramientas de apoyo): Cualquiera clase de símbolo que se utilice es válido y se puede usar para relacionar y conectar conceptos que aparecen en las diferentes partes del mapa, de igual manera sirven para indicar el orden de importancia además de estimular la creatividad.
7. Involucrar la conciencia: La participación debe ser activa y consciente. Si los mapas mentales se convierten en divertidos y espontáneos, permiten llamar la atención, motivando el interés, la creatividad, la originalidad y ayudan a la memoria.
8. Asociación: Todos los aspectos que se trabajen en el mapa deben ir asociados entre sí, partiendo desde el centro del mismo, permitiendo que las ideas sean recordadas simultáneamente.
9. Resaltar: Cada centro debe ser único, cuanto más se destaque o resalte la información, ésta se recordará más rápido y fácilmente.

Ventajas de los mapas mentales sobre el Sistema Lineal:

1. Se ahorra tiempo al leer solamente palabras clave.
2. Se ahorra tiempo al no tener que buscar las palabras clave entre una serie innecesaria.
3. Aumenta la concentración en los problemas reales.

4. Las palabras clave se yuxtaponen en el tiempo y en el espacio, con lo que mejoran la creatividad y el recuerdo.
5. Se establecen asociaciones claras y apropiadas entre las palabras clave.
6. Al cerebro se le hace más fácil aceptar y recordar los mapas mentales.
7. Al utilizar constantemente todas las habilidades corticales, el cerebro está cada vez más alertado y receptivo.

IX.5.2. Gráficas ricas

Las gráficas ricas fueron creadas por Checkland (Checkland, 1990) dentro de su metodología para sistemas suaves y él las describe como una metodología para representar una idea, un problema o un concepto.

Actualmente las gráficas ricas son una de las mejores técnicas de comunicación que existen y se pueden utilizar para enseñar, aprender, comunicar e informar. Por consiguiente, pueden ser muy útiles para entender ciertos tipos de información. Las gráficas ricas se pueden utilizar solas o en conjunto con otras técnicas.

A diferencia de otras técnicas, dentro de las gráficas ricas no se tienen reglas, excepto que deben contener cuatro elementos principales: los actores, las actividades, los artefactos y los productos.

Las ventajas de las gráficas ricas son:

1. Proporcionan una vista general de un tema.
2. Permiten seccionar y modular la información.
3. Muestran relaciones e interdependencias.
4. Identifican las actividades principales.
5. Identifican a los actores de las actividades.

IX.6. Los dimods

Los *diagramas de visualización de modelos de procesos de desarrollo de software* (dimods) es una herramienta gráfica basada en una serie de técnicas visuales (como los mapas mentales, las gráficas ricas, los diagramas de secuencia, entre otros) cuya finalidad es apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje de modelos de procesos de desarrollo de software. Los dimods son muy generales y se pueden utilizar para describir cualquier proceso. En el presente trabajo se diseñan un conjunto de dimods para el modelo MoProSoft.

IX.6.1. Tipos de diagramas

A continuación se da una breve descripción de la estructura del modelo MoProSoft y cómo se describe ésta a través de los dimods. Visto de lo más general a lo más específico, MoProSoft divide al proceso de desarrollo de software en tres categorías (*alta dirección, operación y gestión*). Cada categoría consiste de un conjunto de procesos. Cada proceso se divide en actividades (en ocasiones los procesos grandes se dividen en subprocesos). Finalmente, cada actividad consiste de un conjunto de tareas. Con el fin de imitar esta estructura, los dimods propuestos están diseñados en tres niveles:

1. Los *diagramas del primer nivel* proporcionan una vista global de modelo MoProSoft con sus tres categorías. Cada categoría también muestra sus procesos y subprocesos asociados (ver Figura 1). Este tipo de diagrama usa solamente la técnica de mapas mentales. Solo se requiere un diagrama para este nivel.

2. Los *diagramas del segundo nivel* detallan los componentes de cada proceso o subproceso. Los componentes son los objetivos, las actividades, los roles, las entradas y las salidas (ver Figura 9). Este nivel usa solamente la técnica de mapas mentales. Se diseñaron 9 diagramas para este nivel.

Figura 8. Dimod de primer nivel

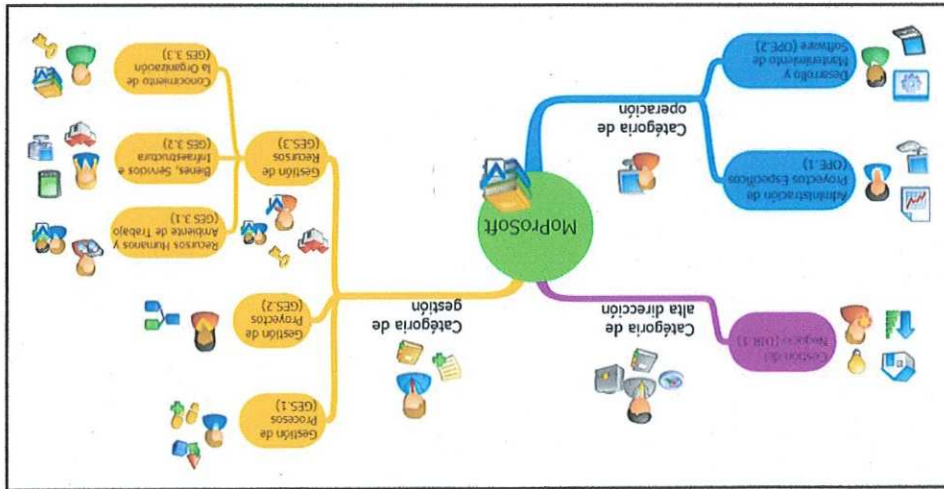
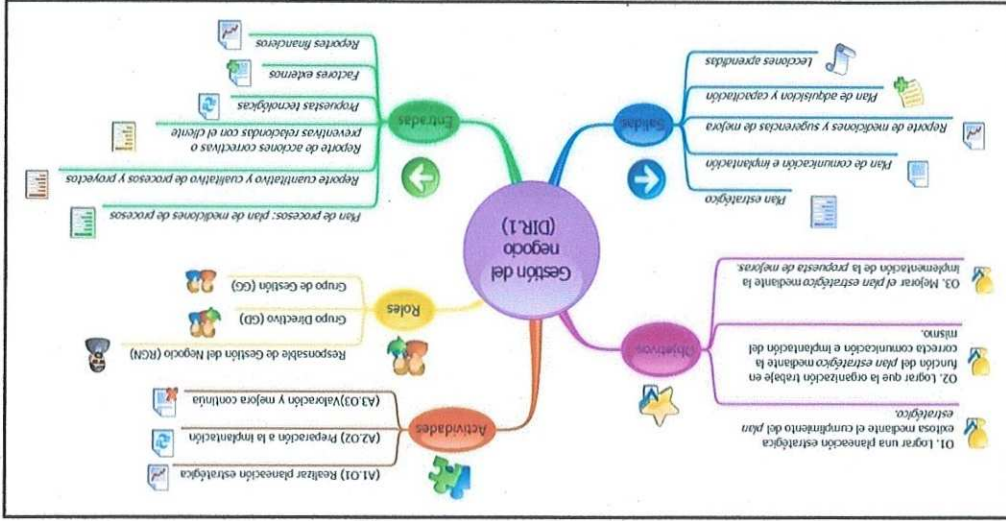


Figura 9. Dimod de segundo nivel



3. En los *diagramas de tercer nivel* se describen las actividades. La actividad (la idea central) se localiza en el centro del diagrama y a partir de ésta se irradian todas las tareas que se necesitan para completarla. Para cada actividad se detallan los roles, tareas, artefactos y productos (ver Figura 10). Como en este nivel es necesario plasmar las dependencias entre procesos, actividades y tareas, se hizo una mezcla de mapas mentales, gráficas ricas y diagramas de secuencia. Se diseñaron 32 diagramas para este nivel.

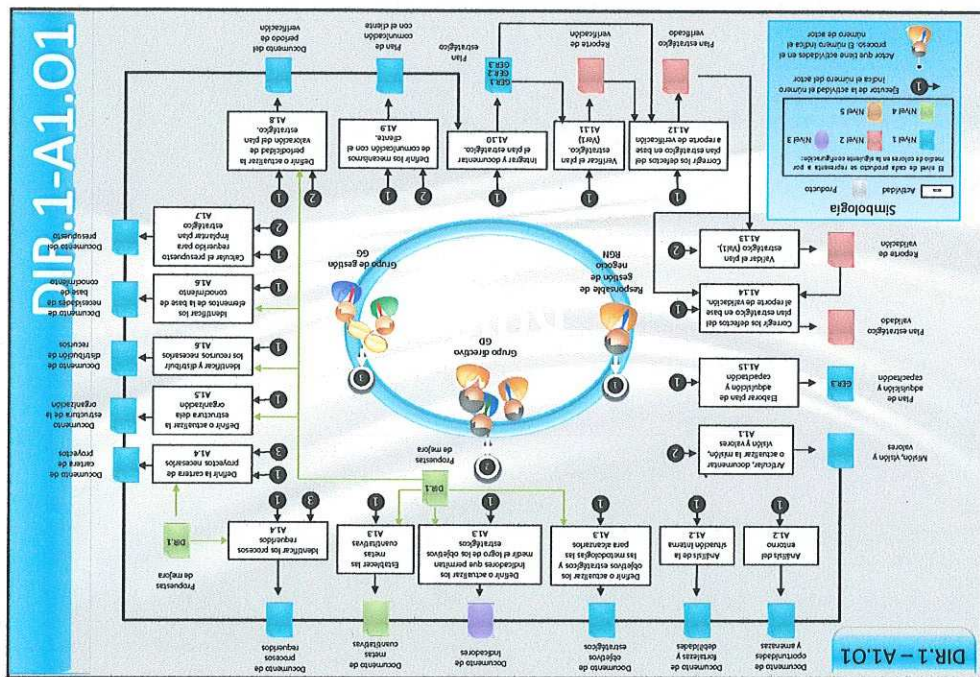


Figura 10. Dimod de tercer nivel

IX.6.2. Características de los dimods

A continuación se proporciona el conjunto de características más importantes de los dimods:

1. Los dimods facilitan la concentración, la capacidad de retención y la comprensión del modelo, ya que al estudiarlos el cerebro utiliza sus dos hemisferios.
2. Los diferentes niveles de los diagramas permiten vistas que van de lo más general a lo más específico. El primer nivel da una visión general del modelo, el segundo a nivel de proceso, y el tercero a nivel de actividad.
3. Se usa el color para relacionar procesos y subprocesos con sus actividades correspondientes. En forma similar se relacionan los productos con los niveles de maduración
4. Se enfatizan algunos de los elementos (roles, productos, tareas y artefactos) al representarlos por medio de figuras.
5. Para cada proceso se especifica claramente sus objetivos, sus actividades, sus entradas, sus salidas, y los roles que intervienen en él.

Para cada actividad se especifica claramente cada una de sus tareas, quién es el responsable de elaborar cada tarea, cuáles son los productos de entrada y salida para cada, tarea, las dependencias que existen entre las tareas de la misma actividad y con tareas de otras actividades.

IX.6.3. Evaluación de los dimods

Para evaluar las ventajas de los dimods se diseñó el experimento que a continuación se describe:

IX.6.3.1. El experimento

En el experimento participaron 18 personas, de los cuales cuatro son empresarios, tres son académicos y once son empleados involucrados en el desarrollo de software. Todos ellos estaban familiarizados con el modelo y lo habían estudiado previamente.

A este grupo de personas se les dio una presentación de una hora donde se les explicaron las características de los dimods y la forma de usarlos. Al final de la presentación se les aplicó un cuestionario.

IX.6.3.2. Resultados

El cuestionario de 22 preguntas que se aplicó para evaluar a los dimods es similar al que se aplicó para evaluar la norma. Se usó una escala Likert de 5 niveles.

Los resultados de este cuestionario se muestran en la tercera columna de la Tabla XXXIV. En la segunda columna de la misma tabla se incluyen los resultados de la evaluación de la norma. La percepción más negativa corresponde a 1, la percepción más positiva a 5, y una percepción neutral es 3. Note que los dimods logran mejoras sustanciales con respecto a la norma en las áreas 1 y 4 donde las diferencias son de 1.8 y 1.5, respectivamente (véase la cuarta columna). Mientras que en las áreas 2 y 4 el incremento es más modesto. La parte más débil de los dimods es el área dos, específicamente aquellas preguntas que evalúan las dependencias entre tareas y entre procesos.

Tabla XXXIV Resultados de las evaluaciones hechas a la norma y a los dimods

Área	Norma	Dimods	Incremento
1	2.7	4.3	+1.6
2	3.0	3.8	+0.8
3	2.6	3.3	+0.7
4	2.4	4.1	+1.5

Es importante recalcar que los dimods son solamente una herramienta que puede apoyar en el proceso de enseñanza/aprendizaje de los modelos de procesos de desarrollo de software, y que en ningún momento sustituye la información técnica proporcionada por cada modelo.

IX.6.4. Uso de los dimods

La mejor forma de usar los dimods es examinar inicialmente el diagrama del primer nivel para identificar las tres categorías y los procesos y subprocesos asociados a cada una de ellas. Por ejemplo, en la Figura 8 se pueden ver las tres categorías (*alta dirección*, *operación y gestión*). Se puede ver que cada categoría tiene asociado un conjunto de procesos y en algunos casos un proceso puede tener asociado un conjunto de subprocesos (como el proceso *gestión de recursos*, que tiene asociados tres subprocesos). Note que cada proceso tiene asociada una etiqueta, por ejemplo el proceso *gestión del negocio* tiene la etiqueta DIR.1. La primera parte de la etiqueta es un mnemónico que indica que este proceso corresponde a la categoría de *alta dirección*; la segunda parte de la etiqueta indica el número de proceso en dicha categoría.

Una vez que se tenga clara la ubicación de los procesos en el diagrama general, el usuario puede pasar a un diagrama del segundo nivel en donde encuentre la información general relacionada con el proceso de su interés. Por ejemplo, la Figura 9 muestra la información básica relacionada con el proceso *gestión del negocio*.

El diagrama de la Figura 9 muestra en la esquina superior derecha los tres objetivos (etiquetados como O1, O2 y O3) asociados a este proceso. Siguiendo el diagrama en el mismo sentido de las manecillas del reloj se tienen las tres actividades asociadas a este proceso (etiquetadas como A1.O1, A2.O2 y A3.O3). Note que la etiqueta de la actividad indica el objetivo que se pretende cumplir al realizar dicha actividad. Siguiendo con el diagrama, se puede ver al conjunto de roles que intervienen en el presente proceso. En la esquina inferior derecha se especifican aquellos productos que son requeridos por el presente proceso (también llamados entradas). Finalmente, la esquina inferior izquierda indica el conjunto de productos que genera el proceso (también llamados salidas).

Una vez que se tenga clara la información básica del proceso de interés, se puede pasar al diagrama del tercer nivel para ver con más detalle las tareas que se tienen que realizar en la actividad de interés. La Figura 10 muestra el diagrama para la actividad *planeación*

estratégica. Note que en lado derecho del diagrama viene escrito su nombre clave DIR.1- A1.01. Cada diagrama de actividad tiene asociado el mismo color que el color del proceso (subproceso) al cual corresponden. En la parte central del diagrama aparece escrito el nombre de la actividad, su nombre clave y los roles que intervienen en ella. Note que en la Figura 3 hay tres roles y cada rol tiene asociado un número (mostrado dentro de un círculo negro). Por ejemplo, el rol *grupo directivo* (también llamado GD) tiene asociado el número 2. Alrededor de las figuras centrales aparecen en cuadros blancos las tareas que se llevan a cabo en la actividad *planeación estratégica*. Cada tarea tiene su nombre y un nombre clave para identificarla con mayor facilidad. Por ejemplo, en la esquina superior izquierda se encuentra la tarea *análisis del entorno* y tiene la etiqueta A1.2. Cada una de las tareas tiene asociado uno o más números indican el rol o roles que son responsables de realizar dicha tarea. Por ejemplo, la tarea *análisis del entorno* la tiene que realizar el rol *responsable de gestión de negocio* (RGN).

Las actividades tienen también asociadas productos, algunos son de salida (indicando que la tarea genera ese producto) y otros son de entrada (indicando que la tarea requiere ese producto). Los productos se representan con rectángulos de colores y con flechas para indicar si son de entrada o de salida. Cada producto tiene su nombre y tiene asociado el color del nivel de maduración donde se realiza. Para saber a qué nivel de maduración corresponde cada producto, véase el cuadro *simbología* localizado en la esquina inferior izquierda. Cuando algún producto se requiere en otro proceso, el producto tiene una etiqueta adicional (localizada en su interior) que indica a qué proceso va destinado. Por ejemplo, la actividad con etiqueta A1.10 genera un producto de salida llamado *plan estratégico*, y es requerido por los procesos GES.1, GES.2 y GES.3.

Note que las flechas de los productos definen una relación de precedencia. Por ejemplo, el producto *plan estratégico* es un requisito para realizar las tareas A.11 y A.12, esto indica que la tarea A.10 (que es la genera el producto *plan estratégico*) debe realizarse antes las tareas A.11 y A.12.

IX.7. Resumen

En este capítulo se describió a los dimods una técnica de visualización de procesos. Para elaborar a los dimods se tomó como base las características de técnicas ampliamente probadas como las gráficas ricas y los mapas mentales. Por medio de un experimento se comprobó que los Dimod superan a la narrativa en cuatro áreas relacionadas con el proceso de enseñanza/ aprendizaje.

A continuación se detalla la discusión, las aportaciones y el trabajo futuro derivado de este trabajo de investigación.

Capítulo X

Discusión, aportaciones y trabajo futuro

X.1. Discusión

En este trabajo se realizó el análisis y diseño de un modelo de adopción de MMPS. Este modelo es una guía que señala las actividades que se deben realizar durante todo el proceso de adopción de un MMPS en una organización. El modelo que se propone se diseñó específicamente para las MIPYMES y con una aplicación hacia MoProSoft. Por la estructura del modelo se puede utilizar para cualquier tamaño de organización y para la mayoría de los MMPS. El MOADME cubre algunas de las carencias y problemas que se señalan en la literatura que existen en los procesos de adopción, principalmente los relacionados con los MMPS, con la organización y con las personas.

La motivación para realizar este trabajo surge en primer lugar de la inquietud de los autores por explorar el factor humano en la ingeniería de software y en segundo lugar de la necesidad por desarrollar investigación sobre la adopción de MMPS que permitan aumentar la probabilidad de éxito de la adopción en las MIPYMES y consecuentemente la calidad y productividad en el desarrollo de software. Se puede constatar a través de la revisión literaria que existe relativamente poca investigación que se enfoque a la adopción de MMPS.

A continuación se examinan las preguntas de investigación que se plantean al inicio del trabajo y la manera en la cual a través del desarrollo de la investigación se responde a ellas.

¿Qué actividades se deben realizar para que una organización adopte un MMPS?

En esta investigación se analizó la literatura sobre las actividades que se deben realizar en un proceso de adopción de MMPS, las actividades deben contemplar dos áreas: el área social y el área técnica. Las actividades del área social se enfocan en que las personas se den cuenta de las competencias que necesitan para poder utilizar un MMPS y las actividades del área técnica se enfocan en que las personas adquieran los conocimientos técnicos necesarios para adoptar un MMPS. La mezcla de ambas áreas es lo que enriquece a este modelo.

¿Cómo debe ser un proceso de adopción de MMPS?

En esta investigación se realizó un análisis de la literatura con los procesos de cambios y se propuso un proceso de adopción que tiene tres etapas: la etapa de preadopción, la etapa de uso general y la etapa de uso continuo. La división del proceso de adopción en tres etapas se debe a que en cada una influyen factores muy específicos, y por lo tanto las actividades y mediciones que se deben realizar son diferentes.

¿Cómo se mide la adopción de un MMPS?

En esta investigación se realizó un conjunto de instrumentos de valoración llamado PrediSoft. En total son 5 instrumentos y cada uno mide un aspecto diferente. Todos los instrumentos miden la percepción de las personas de una organización y la adopción se mide dependiendo la fase en que se encuentra.

El instrumento *PrediSoft - resistencia al cambio*, mide la resistencia a utilizar un MMPS, el instrumento *PrediSoft - intención de uso del MMPS*, mide la intención de las personas de utilizar el MMPS, el instrumento *PrediSoft - adopción del MMPS* mide el grado en el que las personas están utilizando el MMPS y el instrumento *PrediSoft - motivación y*

compromiso, mide el grado de motivación y compromiso de las personas de la organización.

¿Cómo influye en las personas la adopción de un MMPS?

Las personas son los elementos de una organización que más les impacta un proceso de adopción de un MMPS. Las personas tienen que pasar un proceso de cambio en el cual van asimilando el cambio gradualmente. El objetivo del MOADME, es guiar a las personas en ese ciclo de cambio para que se realice el cambio en las personas pero que sea lo menos traumático, y se busca principalmente que el cambio sea proactivo, es decir, que las personas sean los impulsores del cambio.

¿Qué factores influyen en el proceso de adopción de un MMPS?

Los factores de impacto en un proceso de adopción son diferentes en cada una de las fases. En esta investigación se proponen los factores que influyen para cada una de las fases.

¿Qué características debe tener un modelo que guíe a las organizaciones en el proceso de adopción de MMPS?

En esta investigación se analizó la literatura sobre las características que debe tener un modelo de adopción de MMPS. La primera característica es que debe ser incremental, es decir, ir cambiando gradualmente de la forma de trabajo actual a la nueva forma de trabajo. La segunda, el modelo debe ser iterativo, es decir, plantear metas y objetivos pequeños para ofrecer resultados a corto plazo. Debe considerar la parte social y la parte técnica y definir actividades para ambas áreas, debe ser un modelo de integración donde todos participen, debe ser un modelo que ayude a generar competencias individuales, grupales y para la organización en general, ser un modelo que permita el diagnóstico y la intervención.

X.2. Aportaciones

En conjunto este trabajo de investigación proporciona un entendimiento más profundo acerca de las dificultades que enfrentan las empresas para adoptar una MMPS. En particular este trabajo propone un modelo de adopción de un MMPS que combina los factores técnicos (que tradicionalmente son los únicos que la mayoría de los investigadores en computación se enfocan) con los factores sociales (muchos investigadores reconocen la importancia de estos factores, pero son pocos en el área de computación que los manejan).

En este trabajo también se definen las etapas de un proceso de adopción de un MMPS, se identificaron y recopilieron los factores más relevantes o que tienen más impacto en un proceso de adopción.

Un punto importante de este trabajo es que se diseñó un conjunto de instrumentos de valoración llamado PrediSoft, el cual consiste de cinco elementos y mide el impacto de estos factores en cada una de las etapas del proceso de adopción.

Desde el punto de vista didáctico, una contribución importante es el desarrollo de una técnica de visualización de procesos de desarrollo de software llamada dimods. Los dimods describen en forma gráfica y simplificada todos los elementos más relevantes de un MMPS. En total se elaboraron 42 diagramas para MoProSoft (el registro de derechos de autor de los dimods se encuentra en trámite).

En este trabajo también se define la teoría unificada de adopción de MMPS (TUAMMPS). Esta teoría sugiere que cuando una persona quiere adoptar un MMPS existen un conjunto de factores que influyen (algunos facilitan y otros limitan) en su decisión de cuándo y cómo la persona lo adoptará.

X.3. Trabajo futuro

Es necesario desarrollar más investigación para realizar un modelo de adopción de MMPS más robusto. El resultado en este trabajo de investigación establece una base

firmes y un camino a seguir para realizar las pruebas necesarias que proporcionen retroalimentación sobre la idea que se propone y se realicen los cambios que se consideren necesarios para cumplir con el objetivo del modelo. A continuación se describen algunos de los principales temas que requieren un mayor número de estudios y experimentos.

- Realizar el experimento diseñado para probar y mejorar la funcionalidad del modelo MOADME.

- Realizar el experimento diseñado para validar los instrumentos de valoración
- Crear un sistema computacional del modelo de adopción.
- Crear un sistema para motivación del personal de la organización.
- Crear un sistema para aumentar el compromiso de las personas.

Bibliografía

- Ajzen, I. (1991). "The theory of planned behavior." *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 50(2): 179-211.
- Alderfer, C. (1969). "Existence, Relatedness and Growth" Free Press. Primera edición. New York. 196 pp.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A social Cognitive Theory*. Prentice Hall. Primera edición. New Jersey. 617 pp.
- Bosch, J. (2004). *On the Development of Software Product-Family Components*. SPLC: 146-164.
- Bunge, M. (1973). *La Ciencia, su Método y Filosofía*. Editorial Sudamericana. Primera edición. Buenos Aires. 310 pp.
- Buzan, T. (1996). *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. Editorial Plume. Primera edición. New York. 276 pp.
- Calvo-Manzano Villalón, J. A., Cuevas Agustín, G., San Felu Gillabert, T., De Amescua Seco, A., García Sánchez, L., y Pérez Cota (2002). "Experiences in the Application of Software Process Improvement in SMEs." *Software Quality Journal* 10(3): 261-273.
- Cater-Steel, A., M. A. Toleman y Terry Rout (2006). "Process improvement for small firms: An evaluation of the RAPID assessment-based method." *Information & Software Technology* 48(5): 368-378.
- Checkland, P. (1990). *Soft Systems Methodology in Action*. Wiley & Sons. New York. 329 pp.
- Colletette, P. y D. Giles (1998). *La planificación del cambio*. Editorial Trillas. Primera edición. México. 183 pp.
- Compeau, D. R. y C. A. Higgins (1995). "Application of social cognitive theory to training for computer skills." *Information Systems Research* 6(2): 118-143.
- Cook, J. y T. Wall (1980). "New work attitude measures of trust, organizational commitment and personal need non-fulfillment." *Journal of Occupational Psychology* 53: 39-52.

- Dangle, K. C., Larsen, P., Shaw, M., y Zelkowitz, M. V. (2005). "Software Process Improvement in Small Organizations: A Case Study." *IEEE Software* 22(6): 68-75.
- Daniel, J. (2002). *El monstruo del cambio*. Empresa Activa. Primera edición. Barcelona. 322 pp.
- Davis, F., R. P. Bagozzi y Paul R. Warshaw (1992). "Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace." *Journal of Applied Social Psychology* 22: 1111-1132.
- Davis, F. D. (1989). "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology." *MIS Quarterly* 13(3): 319-340.
- Demirors, O. y E. Demirors (1998). "Software Process Improvement in a Small Organization: Difficulties and Suggestions." *Lecture Notes In Computer Science*, Vol. 1487: 1-12.
- Dennings, P. J. (2005). "Is computer science science?" *Commun. ACM* 48(4): 27-31.
- Espinoso-Curiel, I., J. Rodríguez-Jacobo, J.A Fernández-Zepeda (2008). "Diagrams to Visualize Process Improvement Models for the Software Industry." *IEEE Computer Science*. Publicación pendiente.
- Fayad, M. E., M. Laitinen, y R. P. Ward (2000). "Software Engineering in the Small." *Commun. ACM* 43(3): 115-118.
- Fishbein, M., y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Addison-Wesley. New York. 456 pp.
- García Chacón, G. (2005). *Herramienta Para El Diagnóstico De La Resistencia Al Cambio Durante El Desarrollo De Proyectos Mayores*. *Estud.gerenc.* 21(96).
- García Mireles, G. (2003). *El proceso de Desarrollo de Software en una Organización*. Ciencias de la Computación. Ensenada, BC, CICESE. Maestría en ciencias de la computación. México.
- Ginsberg, M. Q. L. (1995). *Process tailoring and the software Capability Maturity Model*. Software Engineering Institute (SEI).
- Harrington, J., D. Conner, N. L. Horney (2000). *Project Change Management: Applying Change Management to Improvement Projects*. McGraw-Hill. New York. 332 pp.
- Hernández Sampieri, R., C. Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio (2001). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill. Cuarta edición. México. 344 pp.

- Horvat, R. V., I. Rozman, y Gyorkos, J. (2000). "Managing the complexity of SPI in small companies." *Software Process: Improvement and Practice* 5(1): 45-54.
- Humphrey, W. S. (2000). "The Personal Software Process: Status and Trends - Guest Editor's Introduction." *IEEE Software* 17(6).
- Humphrey, W. S. (2000). "Software - A performing science?" *Ann. Software Eng.* 10: 261-271.
- Humphrey, W. S. (2002). "Three Process Perspectives: Organizations, Teams, and People." *Ann. Software Eng.* 14(1-4): 39-72.
- Huslid, M. (1995). The impact of the human resources Management Practices on Turnover, productivity and finance Management. *Academy of Management Journal* 38: 635-672.
- Hussey, J. y R. Hussey (1997). *A Practical Guide for Undergraduate and Postgraduate Students*. Palgrave McMillan. Primera edición. New York. 357 pp.
- Hyde, K. y D. Wilson (2004). "Intangible benefits of CMM-based software process improvement." *Software Process: Improvement and Practice* 9(4): 217-228.
- Johansen, J. y J. Pries-Heje (2007). "Success with improvement - requires the right roles to be enacted - in symbiosis." *Software Process: Improvement and Practice* 12(6): 529-539.
- Kerlinger, F. (1988). *Investigación del Comportamiento*. McGraw-Hill. Segunda edición. México. 363 pp.
- Kuvaja, P., J. Palo y Bicego A. (1999). "TAPISTRY-A Software Process Improvement Approach Tailored for Small Enterprises." *Software Quality Journal* 8(2): 149-156.
- Lewin, K. (1952). *Group Decision and Social Chang. Readings in Social Psychology*. Rinehart and Winston. Segunda edición. New York. 573 pp.
- Lonchamp, J. (1993). "A Structured Conceptual and Terminological Framework for Software Process Engineering." *ICSP*. 41-53.
- Mayer & Bunge (2004). *Panorama de la Industria del Software en Latinoamérica*. Brasil, Mayer & Bunge Informática LTDA.
- Moe, N. B. y T. Dyba (2004). "Software Process Improvement: The Adoption of an Electronic Process Guide in a Company with Voluntary Use." *Lecture Notes in Computer Science*. 114-125.

- Moore, G. y I. Benbasat (1991). "Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation." *Information Systems Research* 2(3): 192-222.
- Niazi, M., Wilson, D. y Zowghi, D. (2004). "A Model for the Implementation of Software Process Improvement: An Empirical Study." *Journal of Systems and Software* 74(2): 155 - 172.
- O' Toole, J. (1995). *Overcoming the Ideology of Comfort and the Tyranny of Custom*. Jossey Bass. Primera edición. San Francisco. 304 pp.
- Oktaba, H. (2006). *Tejiendo nuestra red. Historia de una norma*. Software Gurtú. México, Software Gurtú. 4: 6.
- Pedreira, O.; Plattini, M.; Luaces, M. R., y Brisaboa, N. R. (2007). "A systematic review of software process tailoring." *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes* 32(3): 1-6.
- Pérez, C. (1998). *Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico*. Venezuela: Desafíos y Propuestas. Ediciones Eureka. Primera edición. Venezuela. 320 pp.
- Pressman, R. S. (2005). *Ingeniería Del Software*. McGraw-Hill. Sexta edición. México. 992 pp.
- Pries-Heje, J. y M. M. Krohn (2007). "Organizing Improvement Work: A Longitudinal Case." *EuroSPI*: 94-105.
- Qin, S. (2007). "Managing process change in software organizations: Experience and reflection." *Software Process: Improvement and Practice* 12(5): 429-435.
- Richardson, I. (2002). *SPI Models: What Characteristics Are Required for Small Software Development Companies? Software Quality Journal* 10(2): 101 - 114.
- Richardson, I. y C. Gresse (2007). "Guest Editors' Introduction: Why are Small Software Organizations Different?" *IEEE Software* 24(1): 18-22.
- Riemenschneider, C. K., B. C. Hardgrave, y Davis, F.D. (2002). "Explaining Software Developer Acceptance of Methodologies: A Comparison of Five Theoretical Models." *IEEE Trans. Software Eng.* 28(12): 1135-1145.
- Rodríguez Jacobo, J. (2003). *Una Estrategia de Cambio Basado en las Personas en una Empresa de Desarrollo de Software*. México, Instituto de Terapia Gestalt región Occidente. Doctor en Psicoterapias Existenciales. México. 184 pp.

- Rodríguez Jacobo, J. (2004). Formación de grupos de desarrollo de software: un enfoque psicosocial. Voltéotl. Primera edición. México. 225 pp.
- Rogers, E. (1995). Diffusion of innovations. Free press. Cuarta edición. New York. 519 pp.
- Rummel, G. y A. Branche (1990). Improving Performance: How to Manage the White Space on the Organization Chart. Jossey Bass Business and Management Series. Primera edición. San Francisco. 227 pp.
- Salinas, A. (1975). La Reforma Administrativa. Fondo de Cultura Económica. México. Primera edición. 450 pp.
- Secretaría de Economía (2004). Estudio Del Perfil De La Industria Mexicana De Software Para Definir Los Nichos De Mercado Internacional Acordes Al Perfil Y Competitividad De La Industria. México.
- Sekaran, U. (2000). Research Methods for Business: A Skill-Building Approach. John Wiley & Sons. Canada. Tercera edición. 464 pp.
- Staples, M.; Niazi, M.; Jeffery, R.; Abrahams, A.; Byatt, P. y Murphy, R (2007). "An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI." Journal of Systems and Software 80(6): 883-895.
- Taylor, S. y P. Todd (1995). "Understanding information technology usage: a test of competing models, Information Systems Research. " Information Systems Research 6(2): 144-176.
- The Standish Group (2004). CHAOS: Sample Research Paper. USA.
- Thompson, R.L.; Higgins, C.A. y Howell, J.M. (1991). "Personal computing: toward a conceptual model of utilization." MIS Quarterly 15(1): 124- 143.
- Torgerson, W. S. (1958). Theory and Methods of Scaling. Wiley. Primera edición. New York. 460 pp.
- Trist, E. L. y H. Murray (1993). The Social Engagement of Social Science, A Tavistock Anthology. University of Pennsylvania Press. Segunda edición. Pennsylvania. 695 pp.
- Umarji, M. y C. B. Seaman (2005). "Predicting acceptance of Software Process Improvement." ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 30(4): 1-6.
- Varona, F. (1993). "Conceptualización y Supervisión de la Comunicación y el Compromiso Organizacional." Diálogos de la Comunicación 35: 68-77.

- Venkatesh, V. y F. Davis (2000). "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies." *Management Science* 46(2).
- Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B. y Davis, F. D. (2003). "User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View." *MIS Quarterly* 27(3).
- Von Wangenheim, C.G.; Weber, S. y Hauck, J.C.R (2006). "Experiences on establishing software processes in small companies." *Information and Software Technology* 48(9): 890-900.
- Zeineddine, R. y N. Mansour (2003). "Software Quality Improvement Model for Small Organizations." Springer. 1034 pp.