

**DOCTORADO EN PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y DIRECCIÓN  
DE TECNOLOGÍA.**



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla  
Centro Interdisciplinario de Posgrados  
Investigación y Consultoría  
Departamento de Ingeniería  
Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de  
Tecnología

**Implementación del modelo integral colaborativo (MDSIC) como fuente de  
innovación para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona  
centro - occidente en México.**

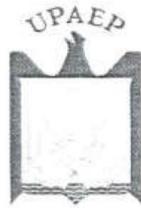
Presenta:

C. José Luis Cendejas Valdéz

Director de Tesis:

Dr. Carlos Arturo Vega Lebrún

## Carta de aprobación de Tesis



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla  
Centro Interdisciplinario de Posgrados  
Investigación y Consultoría  
Departamento de Ingeniería  
Doctorado en Planeación Estratégica  
y Dirección de Tecnología

Se aprueba la Tesis:

Implementación del modelo integral colaborativo como fuente de innovación  
para el desarrollo ágil de software en las empresas de la zona centro -  
occidente en México

Nombre del Alumno:

C. José Luis Cendejas Valdez

Comité Asesor

Dr. Carlos Arturo Vega Lebrún

Director(a) de Tesis

Dra. Anayansi Careta Isordia

Asesor(a)

Dr. Osvaldo Gutiérrez Sánchez

Asesor(a)

Puebla, México.

21 de marzo de 2014

## Dedicatorias

- ❖ A mis revisores de tesis, por compartir conmigo sus conocimientos y brindarme su apoyo incondicional.
- ❖ A mi padres José Luis y Raquel por darme todo sin pedir nada a cambio e insistencia en lograr todos mis objetivos y apoyarme en todo momento en mi formación profesional.
- ❖ A ti Yadira por tu apoyo incondicional por seguir conmigo en las buenas y en las malas. Y por nuestras hijas Alejandra y Victoria, las cuales son el motor de mi vida.
- ❖ A mis hermanos:
  - Juan José Martín, por ser un referente en mi vida
  - Angélica, por ser la persona mas amorosa y apoyo incondicional
  - María Guadalupe, por ser mi conciencia y modelo de vida tanto en lo profesional como en lo emocional
  - Gricelda, por todos esos momentos felices que me haces disfrutar además de ser ejemplo de constancia
  - A José Amaya, Roberto Escutia y Rigoberto Tututi, por siempre estar al pendiente de mi caminar y de sus familias.
  
- ❖ A Miguel y Silvia, que siempre han estado ahí cuando he necesitado de su apoyo. Por todo lo que me han enseñado y madurar en todos los aspectos, siendo todos ustedes mis compañeros incondicionales en este caminar. A todos ustedes muchas gracias Dios les bendiga, saben cuanto los quiero.
- ❖ A los alumnos, docentes y demás compañeros de la Universidad Tecnológica de Morelia y de otras instituciones, con quienes he tenido la fortuna de trabajar, por su disposición y el aprendizaje que me han brindado, además de permitirme crecer como persona.
- ❖ De manera muy especial dedico este trabajo a mis amistades del doctorado con quienes compartí además de los conocimientos, su experiencia profesional y momentos gratos.
  - A los facilitadores de las diversas materias, ya que de todos ellos aprendí algo más aparte de lo académico.

## Agradecimientos

- ❖ Al Dr. Carlos Arturo Vega Lebrún, por su orientación, asesoría, disposición y por permitirme ser parte de su equipo de trabajo.
- ❖ A la Dra. Anayansi Careta Isordia por su amistad, orientación, asesoría, profesionalismo y disposición.
- ❖ Al Dr. Osvaldo Gutiérrez Sánchez por su amistad, orientación, asesoría, profesionalismo y disposición.
- ❖ A la M.C.T.C. Ma. Lourdes Aguilar Yépez por su amistad, orientación, asesoría y disposición.
- ❖ Al Dr. Jaime Aguilar García por su amistad, orientación, asesoría y disposición.
- ❖ Al MTI Heberto Ferreira Medina, por su apoyo incondicional en proyectos académicos y de investigación además de su valiosa amistad.
- ❖ A la maestra Mercedes Prieto Ortega y a su esposo el maestro Jesús Rosales por compartir conmigo su experiencia y conocimiento, siendo siempre un ejemplo a seguir.
- ❖ A la Universidad Tecnológica de Morelia, por las facilidades brindadas para el logro de esta tesis.
- ❖ Soy consciente de que he dejado nombres sin mencionar y quiero agradecer aquí a cada una de esas personas que han colaborado de alguna u otra manera con la realización y conclusión de este gran proyecto en mi vida. Gracias a todos los que me quieren y me apoyan, que Dios los bendiga.

## Índice general

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Carta de aprobación de Tesis.....  | ii                                   |
| Dedicatorias .....   | iii                                  |
| Agradecimientos.....   | iv                                   |
| Índice general .....   | v                                    |
| Índice de figuras .....  | viii                                 |
| Índice de tablas.....  | x                                    |
| Publicaciones emanadas .....   | xi                                   |
| Resumen.....   | xii                                  |
| Abstract.....  | xiii                                 |
| Introducción.....  | xiv                                  |
| <b>Capítulo I. Propósito y Organización.....</b>   | <b>2</b>                             |
| 1.1 Descripción del problema.....  | 2                                    |
| 1.2 Propósito de la investigación.....   | 3                                    |
| 1.3 Antecedentes .....   | 4                                    |
| 1.4 Justificación de la investigación.....   | 8                                    |
| 1.5 Objetivos de la investigación.....   | 13                                   |
| 1.6 Preguntas de la investigación.....   | 14                                   |
| 1.7 Alcances y limitaciones.....   | 14                                   |
| 1.8 Organización del estudio.....  | 15                                   |
| <b>Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual.....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.1 Crecimiento económico.....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.2 Crecimiento económico e innovación.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.3 La tecnología como herramienta estratégica para el crecimiento económico... <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |                                      |
| 2.4 Competitividad.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.5 Elementos de la competitividad .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.5.1 Determinantes de la competitividad .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6 Planeación estratégica.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6.1 Mente estratégica.....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6.2 Concepto e historia de la planeación estratégica.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6.3 Modelos de planeación .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6.4 La ventaja competitiva.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.6.5 La tecnología como ventaja competitiva .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.7 Inteligencia organizacional .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.7.1 El papel de las tecnologías de la información en la inteligencia organizacional.....                           | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Marcador no definido.</b>   |                                      |
| 2.8 Sector de alta tecnología .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.8.1 El sector de las tecnologías de la información como un sector de alta tecnología.....                          | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Marcador no definido.</b>   |                                      |
| 2.8.2 Innovación tecnológica.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.8.3 La innovación tecnológica en la organización.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 2.8.4 La innovación en la industria del software.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.8.5 Medición de la innovación tecnológica: el manual de Oslo.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.8.6 Aplicación del manual de Oslo en México.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.9 Alineación de las TI con la planeación de las organizaciones.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.9.1 Alineación de la estrategia de negocio con la estrategia tecnológica.....                              | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>2.10 Administración de proyectos.....</b>   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 2.10.1 Proyecto.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.10.2 Cierre de proyectos.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.11 Modelos y metodologías para el desarrollo de software.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.11.1 Ingeniería de software.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.11.2 Modelos para el desarrollo de software.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.11.3 Metodologías.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.11.3.1 Metodologías para el desarrollo ágil del software.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.12 Calidad en el desarrollo de software.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.12.1 Elementos que permiten evaluar la calidad en el software.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.12.2 Medidas, métricas e indicadores.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.13 Lenguajes de programación.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.13.1 Tipos de programación.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.14 Desarrollo de software en proyectos tecnológicos.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 2.15 Tendencias en desarrollo de software.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Capítulo III. Metodología de la Investigación.....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 3.1 Descripción de la metodología de la investigación.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 3.1.1 Fundamentos de la investigación.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 3.1.2 Diseño de la investigación.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 3.1.3 Descripción de la relación de las variables identificadas con los objetivos de la investigación.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 3.1.4 Población objetivo y definición de la muestra para la recopilación de la información... ¡Error!        | <b>Marcador no definido.</b>         |
| 3.1.5 Instrumentos de recopilación de información, medición y validación.....                                | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta del Modelo para el Desarrollo.....</b>                            | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>de Software Integral Colaborativo – MDSIC.....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 4.1 Análisis de los datos obtenidos de las entrevistas y de la encuesta.....                                 | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.2 Análisis de los resultados.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.2.1 Encuesta.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.2.2 Alfa de Cronbach.....  | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.2.3 Estudio de correlación bivariada de Pearson.....   | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.3 Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo - MDSIC.....                                 | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.3.2 Integración del social business en el modelo para el desarrollo de software integral colaborativo..... | ¡Error! Marcador no definido.        |
| 4.4 Software del modelo de desarrollo de software integral colaborativo – MDSIC v1.0.....                    | ¡Error! Marcador no definido.        |
| <b>Capítulo V. Análisis e Interpretación de los Resultados.....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 5.1 Cuasi experimento - Aplicación del modelo en proyectos de desarrollo de software. .... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 5.2 Comparativas de MDSIC vs metodologías más usadas.....                                  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 5.3 Contribución de la tesis. ....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| 5.4 Trabajos futuros.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Conclusiones</b> .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Bibliografía</b> .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Anexos</b> .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo A - Formato de entrevistas.....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo B - Encuesta .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo C – Modelo de las metodologías más usadas por las empresas entrevistadas.....        | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo D - Análisis de fiabilidad .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo E – Correlaciones .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Anexo F – Cuestionario Cuasi – experimento + Develop y Pixel Imagen .....                  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## Índice de figuras

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Figura 1.1 Sistema tecnológico y social.                                      | 9                             |
| Figura 1.2 Proceso esencial de la organización.                               | 10                            |
| Figura 2.1 El sector exportador como actividad base de la economía regional.  | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.2 El proceso de elaboración de la estrategia tecnológica.            | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.3 Diamante de la competitividad de Michael Porter.                   | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.4 Proceso formal de la planeación.                                   | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.5 Modelo de planeación George Steiner.                               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.6 Modelo de planeación William Newman.                               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.7. Modelo de planeación Bateman y Snell.                             | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.8 Modelo de planeación Mintzberg y Waters.                           | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2. 9 Modelo de planeación Fred David.                                  | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.10 Modelo de planeación de Jean Paul Sallenave.                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.11 Cadena económica y posibles ventajas competitivas.                | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.12 Tecnologías representativas en la cadena de valor de una empresa. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.13 Fases del ciclo de vida de un proyecto.                           | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.14 Ciclo de vida de un proyecto de investigación de mercado.         | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.15 Ciclo de vida de un proyecto de investigación científica.         | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.16 Dinámica del ciclo de vida de un proyecto.                        | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.17 Restricción triple de un proyecto deformada.                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.18 Restricción triple eficiente de un proyecto.                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.19 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.        | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.20 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.        | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.21 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.        | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.22 El modelo en cascada.   | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.24 El modelo de desarrollo evolutivo.                                | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.25 El modelo de desarrollo basado en componentes.                    | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.26 Ciclo de entrega de la programación extrema.                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.27 Ciclo de entrega de la programación SCRUM.                        | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.28 Funcionamiento de la metodología SCRUM.                           | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.29 Proceso del desarrollo adaptativo de software.                    | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.30 Factores de la calidad del software según McCall.                 | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.31 Evolución del éxito de proyectos de TI.                           | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.32 Tendencias del software y de las TI                               | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 2.33 Tendencias del software.  | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 3.1 Estrategia de investigación.                                       | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 3.2 Diseño de la metodología de la investigación.                      | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 3.3 Clasificación de la investigación transeccional.                   | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 3.4 Variables directas e indirectas.                                   | ¡Error! Marcador no definido. |

Figura 3.5 Tipos de cuestionario. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.1 Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.2 Pantalla de registro de usuario del software MDSIC. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.3 Pantalla de ingreso de usuarios al software MDSIC. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.4 Pantalla principal al software MDSIC. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.5 Pantalla de usuarios y roles de los participantes. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.6 Pantalla para elegir un proyecto existente y/o seleccionar un nivel. \_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.7 Pantalla principal del nivel 0, identificación del problema. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.8 Minutas del nivel 0, identificación del problema. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.9 Minutas del nivel 1, diseño. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.10 Formato para adjuntar la planeación del proyecto (WBS) y diseño. \_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.11 Minutas del nivel 1, diseño - WBS. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.12 Minuta del nivel 1 (diseño – plan de pruebas). \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.13 Minuta del nivel 1 (diseño – prototipo). \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.14 Minuta del nivel 2, desarrollo. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.15 Minuta del nivel 3 (implementación). \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.16 Minuta del nivel 4, calidad. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 4.17 Pantalla de reportes y aportaciones a través de facebook. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.1 Pantalla de proyectos basados en MDSIC por Pixel Imagen. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.2 Etapas de MDSIC vs otras metodologías. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.3 Tamaño de los proyectos a los que impacta MDSIC vs otras metodologías. \_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.4 Estimación de los costos generados en los proyectos con MDSIC vs otras metodologías. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.5 MDSIC vs Metodologías que contemplan evaluar la calidad en el desarrollo de software a la medida. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.6 MDSIC vs Metodologías que contemplan aplicar el social business en el desarrollo de software a la medida. \_\_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.7. El MDSIC acompañado de la planeación estratégica de las organizaciones. \_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

Figura 5.7. Comparativa del MDSIC vs otras metodologías – impacto, costo y beneficio. \_\_\_\_; **Error! Marcador no definido.**

## Índice de tablas

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Tabla i.1. Carta de aceptación del artículo de MDSIC.....  | xi                                   |
| Tabla 2.1 Definiciones de Competitividad.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.2 Determinantes de la competitividad.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.3 Clasificación de sectores según OCDE (periodo 2001-07).....                              | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.4 Definiciones de Innovación.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.5 Clasificación de las Innovaciones.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.6 Clasificación industrial de diversas empresas.....                                       | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.7 Evolución de metodologías para el desarrollo de software.....                            | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.8 Diferencias entre las metodologías ágiles y tradicionales de desarrollo de software..... | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.9 Los principios de los métodos ágiles.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.10 Principales prácticas de XP.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.11 Primeros lenguajes de programación.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 2.12 Ranking de los lenguajes de programación más usados.....                                | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 3.1 Relación de variables con los objetivos de la investigación.....                         | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 3.2 Sustitución de datos.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.1. Funcionalidades de metodologías y modelos (matriz de jerarquización).....               | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.2. Resultado de las preguntas de la encuesta.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.3. Análisis de fiabilidad – Alfa de Cronbach.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.4. Escala de coeficientes de correlación.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.5. Correlación bivariada I.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.6. Correlación bivariada II.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.7. Correlación bivariada III.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.8. Correlación bivariada IV.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.9. Correlación bivariada V.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.10. Correlación bivariada VI.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.11. Correlación bivariada VII.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.12. Correlación bivariada VIII.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.13. Correlación bivariada IX.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.14. Correlación bivariada X.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.15. Correlación bivariada XI.....  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 4.16. Indicadores de calidad del software.....   | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 5.1. Resultados del Cuasi – experimento (+Develop).....                                      | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Tabla 5.2. Resultados del Cuasi – experimento (Pixel Imagen).....                                  | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |

### **Publicaciones emanadas**

La aportación generada de esta investigación impacta directamente a las áreas de:

- Ingeniería de software
- Desarrollo de software a la medida
- Planeación estratégica
- Administración de proyectos
- Metodologías ágiles
- Desarrollo de software para dispositivos móviles

Con base en estos resultados se generó un artículo en donde se plasman los resultados y las aportaciones generadas en las distintas áreas mencionadas con anterioridad, dicho artículo fue enviado a la revista Nova Scientia de la universidad La Salle Bajío (indexada ante CONACYT) y presentado en el 6to. Coloquio interdisciplinario de doctorados de la UPAEP y en el congreso ISERC2014 el cual se llevara a cabo del 31 de Mayo al 3 de Junio (Montréal, Canada). Ver tabla i.1.



software de calidad alineado con los objetivos de la organización. El MDSIC contempla evaluar la calidad del software a través de indicadores que validan su funcionamiento, estos indicadores están contemplados en estándares internacionales de calidad. Por último el MDSIC busca generar una base de conocimientos a través del social business y de las redes sociales, generando un banco de información que permita las mejores prácticas en el desarrollo de proyectos de software.

## **Abstract**

This research objective is to explain background and functioning of the integral collaborative model for software development (ICMSD). ICMSD is a methodological model to assist custom made software development and it is address to enterprises and expert developers who don't count with methodological processes well defined to built software. Software development allow information technologies innovate on productive processes in any organization leading to economic growth regionally or in a country. That is why the urge to generate a model for software development small and medium companies. ICMSD proposes five levels to provide the best practices in software development; and it is supported by Project Management Institute (PMI) to generate quality software aligned to organizational objectives. ICMSD considers the evaluation of software quality through indicators validating its functioning, this indicators are based on quality international standards. Finally ICMSD seeks to generate a knowledge database across social business and social networks, to put into best practices software development projects.

---

## **Introducción**

Desde el nacimiento del hombre como sociedad las organizaciones han tenido la necesidad de ser cada vez más competitivas para la obtención de mayores recursos, en la actualidad esto es lo que ha permitido el crecimiento económico de las naciones su desarrollo. La administración de dichas organizaciones ha requerido de nuevas formas de trabajo para generar productos y servicios de calidad. Un factor importante es el uso de las tecnologías de la información (TI), las cuales ha permitido generar una ventaja competitiva sobre organizaciones del propio giro. Esta ventaja se puede generar a través de una planeación estratégica la cual busca que las tecnologías de la información vayan alineadas con los objetivos y metas de la organización. Las tecnologías de la información permiten el almacenamiento, análisis y la generación de la toma de decisiones con base de la información obtenida de sus clientes, proveedores, competidores y su entorno. Esta sistematización de la información se genera a través de un elemento de las TI como lo es el software, el cual es la parte lógica de una computadora y que ha sufrido en las últimas tres décadas una problemática la cual ha generado el no poder cumplir de manera adecuada con los objetivos y necesidades que las organizaciones (clientes)

requieren. Estas deficiencias han ido disminuyendo a través de los años con el uso de metodologías y su control ha sido mejor con la administración de proyectos.

El uso de metodologías/modelos tradicionales y ágiles para el desarrollo de software no son aplicables en todos los proyectos además, de que se tiene que invertir tiempo, dinero y esfuerzo en cada una de las áreas de las empresas desarrolladoras de software. Siguen existiendo desventajas en el uso de las distintas metodologías debido a un uso inadecuado de ellas en el desarrollo de software. En muchos casos llega a suceder que el recurso humano que se encuentra inmerso en los proyectos de desarrollo termina trabajando para la metodología, realizando un sinnúmero de actividades y de formatos en lugar de que la metodología facilite las actividades que se deben de desarrollar para el proyecto. Por ello lo que se propone en este trabajo es brindar una serie de procesos que permita el desarrollo ágil de software evaluando si cumplió con los parámetros mínimos necesarios de calidad.

Dicho modelo es denominado integral colaborativo ya que la participación de los personajes que intervienen en el desarrollo deberá de generar un entorno colaborativo e integral entre los desarrolladores y los participantes (stakeholders) del proyecto. En el modelo se integran los cinco primeros elementos del PMI que son:

- Integración de los proyectos
- Alcance
- Tiempo
- Costo
- Calidad

Con esto lo que se busca es desarrollar las mejores prácticas para realizar la apertura, desarrollo y cierre de un proyecto. El modelo brinda las siguientes ventajas a los usuarios:

- Organización por niveles.
- Fácil entendimiento de los procesos.
- Fácil aplicación.

- Integración de la etapa de análisis y diseño.
- Almacenamiento de información generada de todos los niveles.
- Documentación generada de las actividades de los niveles.
- Generación de prototipo.
- Generación de plan de pruebas con base en especificaciones obtenidas en la identificación del problema.
- Integración del desarrollo a través de módulos.
- Evaluación de la calidad a través de indicadores.

Utilizar metodologías en proyectos de desarrollo de software puede generar en las organizaciones caer en una etapa de análisis-parálisis, esto es, invertir la mayoría de los esfuerzos en el uso de la metodología y en muchas ocasiones generar que el recurso humano involucrado en el proceso del software trabaje para la metodología y no que la metodología sea una herramienta facilitadora que sirva como una guía en el desarrollo de dicho proyecto.





## Capítulo I. Propósito y Organización.

### 1.1 Descripción del problema

El carácter dinámico y cambiante de las organizaciones en la actualidad es funcional a sus propósitos y objetivos. El uso cotidiano de las tecnologías de la información ha venido a sistematizar procesos y a ser una herramienta de uso cotidiano para así funcionar como simulador en muchos de los procesos y subprocesos de las organizaciones, las TI ayudan a las organizaciones a disminuir sus gastos de ejecución y evitar así en muchas ocasiones fallas relacionadas con el proceso del producto y/o servicio que brindan. Además de fungir como gestores de información, ya que les permite a las organizaciones almacenar de forma organizada la información que es importante para la toma de decisiones y de igual forma poderla manipular para la correcta explotación de la misma.

El desarrollo de software especializado en México tiene un elevado costo para las organizaciones y muchos de esos proyectos no cumplen con los requerimientos que las organizaciones requieren para el desarrollo de sus procesos. Es ahí en donde las organizaciones de diversa índole en nuestro país buscan unir esfuerzos con empresas desarrolladoras de software. Pero para el óptimo desarrollo de software es necesario conjuntar varios elementos que son fundamentales para que el software que se va a desarrollar sea un traje a la medida y facilite así el correcto funcionamiento de los procesos en las organizaciones. Para poder cumplir con los estándares de calidad, es importante considerar algunos de los elementos de mayor importancia como lo son:

- Hardware.
- Software.
- Personal altamente capacitado, tanto en lo técnico como en el trabajo bajo procesos.
- La administración de proyectos.
- Uso de metodologías.

Estos elementos tienen la finalidad de facilitar, agilizar y cumplir con los subprocesos de los proyectos que van encaminados a ser parte fundamental en los objetivos de las organizaciones.

Quintero y Anaya (2007), comentan que el papel de los modelos es fundamental en el desarrollo de software para potenciar el reúso de elementos del software y facilitar la labor de los diferentes roles que participan en el proceso. El uso de metodologías tradicionales y ágiles para el desarrollo de software no son aplicables en todos los proyectos además, de que se tiene que invertir mucho tiempo, dinero y esfuerzo en cada una de las áreas de las empresas desarrolladoras de software. En lo mencionado anteriormente, se identifica la necesidad de poder generar un modelo que sirva como guía y directriz en el desarrollo e implementación de proyectos de software, además de permitir a los departamentos desarrolladores de software ser una herramienta fundamental en la elaboración de proyectos de corte tecnológico, que sea aplicable a cualquier proyecto sin considerar el número de módulos que se deben desarrollar. Así mismo, sin importar los procesos y subprocesos que intervengan en dichos módulos, este modelo permitirá reforzar los puntos críticos que se encuentran en las metodologías actuales.

Con respecto a su aplicación este modelo fue diseñado para ser utilizado en proyectos que requieran desarrollar software para las organizaciones públicas y privadas además de generar proyectos de investigación que tengan un alto índice de innovación.

## **1.2 Propósito de la investigación**

El propósito principal que se busca en este proyecto de investigación es diseñar e implementar un modelo que permita mezclar el conocimiento de personas expertas en el manejo de metodologías reconocidas para el desarrollo de software para plantear la solución a los problemas o puntos críticos que se tienen en las metodologías durante el desarrollo del software, además de reconocer la importancia del descubrimiento y de la explotación de proyectos de alta tecnológica en las organizaciones de México. Se observó que hace falta plantear un modelo que permita a la organización trabajar de forma colaborativa a través de la administración de proyectos para cumplir así con los objetivos de las mismas.

Esta forma de trabajo consiste en desarrollar un trabajo en los proyectos de desarrollo de software con un enfoque basado en procesos en las organizaciones públicas y privadas de la zona centro – occidente de México. El resultado de este trabajo es la formulación de un modelo

de trabajo, en donde se estableció un estudio de campo que ayudo a determinar los indicadores que permitieron garantizar los elementos mínimos necesarios para el desarrollo de proyectos de corte tecnológico y así brindarle a la organización ventajas competitivas sobre otras organizaciones en el sector productivo al que pertenece y por supuesto en la región centro – occidente de México.

### **1.3 Antecedentes**

Cuando se habla de crecimiento económico de un país, se hace referencia a lo que permite el aumento en una determinada área, dicho crecimiento ayuda a generar una tasa de indicadores, la cual se puede utilizar para realizar comparaciones entre diferentes economías o a un determinado grupo de países al cual se pertenece. (Llorens 2008) señala que la actual fase del desarrollo económico se basa en la incorporación de conocimientos y que esto demuestra la importancia de la introducción de innovaciones en los procesos productivos, un hecho es que no es únicamente tecno-económico sino que incorpora un proceso social, político y cultural. La humanidad siempre ha querido conocer lo que le depara el futuro, pero es muy difícil, por ello ha echado mano de profecías y de otros elementos que le permitan conocer con certeza el futuro. La ventaja en la actualidad es que el ser humano tiene acceso a diferentes tecnologías y cuenta con grandes cantidades de información. Esto permite conocer las formas y procesos que conducen a las organizaciones y así buscar el óptimo desarrollo de tecnologías que contribuyan a los procesos de las organizaciones y por ende al desarrollo de una región.

En esto coincide (Neri, 2009) la ciencia, la transferencia de tecnología, la inversión en innovación y tecnología, así como las políticas económicas orientadas a la creación de procesos tecnológicos son variables determinantes en el desarrollo de las naciones. Los teóricos del crecimiento económico han privilegiado el carácter de la tecnología en el avance de las naciones. Sin embargo, existen diferencias abismales entre ellas. Márquez, Wences, Haces, Amado & Montiel (2012) encontraron que la tecnología está modificando de manera considerable la actividad económica de los países, y en algunos casos ha revolucionado el modelo de negocios de sectores productivos.

En un estudio reciente sobre Desarrollo económico y nanotecnología (Neri, 2009) comentó, “La globalización como una de las fases superiores del capitalismo actual se inserta en la sociedad del conocimiento. Bajo ésta, algunos avances notorios, los nuevos descubrimientos que mostrarán un crecimiento exponencial”.

La innovación puede ser vista como el proceso de traducir el conocimiento en crecimiento económico o bienestar social (Rahman & Ramos, 2010). Los sistemas automatizados son una fuente de información tanto del cliente como del mercado al que se sirve, por lo que es probable que estos sistemas puedan ser utilizados como una fuente generadora de ideas nuevas e innovadoras de servicios o productos al mercado, que impacten positivamente en la competitividad de la empresa. Por esto las organizaciones han buscado desarrollar tecnología que les permita crear productos y servicios de alta calidad, con un costo reducido y en un menor plazo.

El Instituto de Administración de Proyectos (PMI) (2008) define la Administración de Proyectos (AP) como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas hacia las actividades de un proyecto para poder cumplir con las restricciones de alcance, tiempo y costo. Un proyecto consiste en la creación de algo único que requiere de elementos de planeación y coordinación de recursos para poder realizarse. Un concepto clave en la administración de proyectos es el ciclo de vida de un proyecto, es decir las fases por las que pasa el proyecto produciendo una salida y una revisión final, que genera una decisión sobre comenzar o no la siguiente (Sylvain Lenfle, 2011). La administración de proyectos es una forma especializada de administración, similar a otras funciones estratégicas, que es usada para alcanzar una serie de metas de un negocio, estrategias y tareas de trabajo dentro de una organización. (M. E. Porter y Kramer, 2011) proponen que las empresas deben generar estrategias que las ayuden a alcanzar ventajas competitivas y al mismo tiempo contribuyan con el desarrollo económico y social de la región. Entonces los proyectos son mecanismos para que las empresas alcancen sus objetivos y es a través de estos que las empresas pueden colaborar con el desarrollo de una región.

La administración y desarrollo de proyectos tecnológicos no cumplirían sus objetivos de desarrollo, sin el recurso humano que se identifique como un trabajador del conocimiento y que logre desempeñar su trabajo a través de procesos y subprocesos, cada subproceso se desarrolla a través de actividades que ayudan a que se entreguen elementos, con ellos se puede medir el avance de cada etapa del proyecto. La administración de proyectos innovadores de tecnología en los últimos años ha tenido una gran necesidad de darle seguimiento de una forma correcta para poder cumplir con sus objetivos. De ahí la necesidad de que se generen modelos o metodologías que permitan el desarrollo óptimo de proyectos tecnológicos. Con la implementación de un modelo es posible identificar el desempeño de una inversión a través del tiempo, en términos de:

- Mejoramiento de los niveles de servicio.
- Productividad y reingeniería de procesos.
- Aumento de la documentación y retención del conocimiento.
- Agilidad para la toma de decisiones.
- Gestión de riesgos.
- Optimización de la relación con los clientes, proveedores y aliados de negocios.
- Beneficios económicos.

Para concluir los proyectos tecnológicos de forma exitosa es importante cubrir los elementos de costo, calidad y tiempo, los cuales permiten conocer el grado de satisfacción del cliente. (Paredes, Armando, & Mosquera, 2011) comentan que “una vez aplicado el modelo y ante la evidencia de los resultados, los empresarios crearán las condiciones para que el modelo forme parte de sus estrategias permanentes de mejoramiento. Igualmente, los hechos y evidencias son la mejor forma de presentar propuestas de mejoramiento a las empresas ya que pueden evidenciar realmente los beneficios internos y externos que se logran”. La gestión de riesgos de proyectos de tecnología constituye un tema fundamental, el cual está siendo tratado en el medio académico y profesional. Prada (2010), las exigencias medioambientales junto a mayores costos, suponen también una presión para la mejora tecnológica en el desarrollo de los procesos de las organizaciones. Además de ayudar a definir las mejores prácticas que ayuden a la gente especializada que cuentan con un conocimiento específico de un área tecnológica,

contribuyendo así a resolver problemáticas que se pueden presentar durante el desarrollo de los procesos de un proyecto.

A estas personas que contribuyen en este tipo de proyectos se les denomina “trabajadores del conocimiento”. Según Drucker (2001), el concepto de trabajador del conocimiento es aquel individuo que posee un conocimiento específico, un saber y que lo utiliza para trabajar. Entendemos hoy por saber, al conocimiento efectivo en acción; es un medio para obtener resultados que se van fuera de la persona, en la sociedad y en la economía. Un trabajador del conocimiento no produce un producto físico como un traje o una cartera, produce conocimientos, ideas, información, productos inútiles por sí mismos; alguien debe de apropiarse de ellos, integrarlos en una tarea para que sean productivos. Esta afirmación tiene como consecuencia que el trabajador del conocimiento necesita de una organización donde pueda integrar sus conocimientos para generar mejores resultados. Son trabajadores del conocimiento tanto los investigadores científicos, los cirujanos, los dibujantes, los gerentes o trabajadores que usan una computadora. (Drucker, 2001) afirma que, hay dos tipos de trabajadores: (1) de conocimiento y (2) de servicios. Los primeros son "ejecutivos instruidos que saben aplicar sus conocimientos a usos productivos", y argumenta: "Todos los trabajadores del conocimiento pueden trabajar únicamente porque hay una organización", por este aspecto, son dependientes; pero al mismo tiempo son propietarios de los “medios de producción”, es decir, de su conocimiento. Y los segundos reciben órdenes para desarrollar las actividades que deben desempeñar solamente en su puesto.

En este mundo cada día más globalizado, el software juega un papel fundamental en el desarrollo de cualquier actividad, ya que ha permitido la sistematización de actividades cotidianas que han ayudado a mejorar los tiempos de ejecución además de llegar a ser pieza fundamental en la simulación de muchos de esos procesos y evitar así el gasto excesivo en etapas de pruebas y muchas veces hasta llegar a evitar accidentes en distintas circunstancias. (Luz, Bañales, & Adam, 2007) mencionan “los sistemas de información (software) responden a necesidades de cierta información que requieran las empresas y organizaciones de todo tipo, mediante el uso de tecnologías disponibles”. Así que la unión de los trabajadores del

conocimiento con un soporte en específico (software) a través de procesos, permitirán el desarrollo de proyectos tecnológicos y ayudarán al crecimiento de una región, generando así fuentes de empleo y un aporte en las organizaciones de esa región.

El software juega un papel fundamental para el éxito de los proyectos tecnológicos por ser el encargado de generar la sistematización de la información y agilizar el tiempo en que se pueden obtener los resultados. Como lo comenta Quintero & Anaya (2007):

“la respuesta a la interrogante de las empresas que desarrollan software en la actualidad es el poder mejorar el desempeño para así maximizar las ganancias. Con esto se reconoce la importancia del papel que desempeña el software en la actualidad. Esto motiva a los investigadores y desarrolladores de tecnología a proponer esquemas y modelos de desarrollo, en donde dichos modelos son más importantes que el código que se genere en cualquier lenguaje de programación. Los actores centrales del proceso de desarrollo y donde se proveen mecanismos y herramientas de trabajo integradas que asisten al desarrollador en la construcción y transformación progresiva de modelos, ayudan a llegar a la solución final.

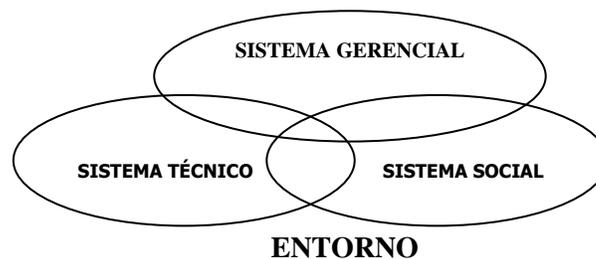
En ocasiones la compra de licencias para el software que se utiliza en proyectos de alta tecnología tiene un costo muy elevado, de ahí la necesidad de contar con un departamento de desarrollo de software a la medida que ayude a las organizaciones a disminuir el gasto excesivo en el desarrollo de dichos proyectos.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

El desarrollo de tecnología en la actualidad es uno de los factores principales para el crecimiento económico de un país, además de ser una de las variables que permite el crecimiento del Producto Interno Bruto de un país (PIB). Según (Neri, 2009) considera que “el pensamiento económico evolutivo percibe a la innovación como el factor dinámico imprescindible del desarrollo económico”. El desarrollo de software en nuestro país es imprescindible para el éxito de muchos proyectos tecnológicos, ya que permite sistematizar procesos que haciéndolos manualmente tardaría mucho tiempo su ejecución. La Ingeniería de

software es la rama de la informática que se dedica al estudio de la gestión de proyectos de desarrollo de software, la cual propone una serie de etapas a seguir para la realización de dichas tareas esto contribuye a la calidad del software y a la velocidad con que se desarrolla.

Esto tiene sus bases en el enfoque socio-técnico de Tavistock. (Pérez y Galis, 1990) comentan que el enfoque socio-técnico concibe a la organización como una combinación de tecnología, sistema social y el sistema gerencial. El sistema tecnológico, el social y el gerencial se consideran en interacción mutua y recíproca, ya que cada uno determina el funcionamiento correcto del otro, hasta cierto punto, como se muestra en la figura 1. 1.



Fuente: Enfoque socio-técnico en la reestructuración de los sistemas de trabajo y la atención al hombre. Pérez y Galis, 1990

Figura 1.1 Sistema tecnológico y social.

El modelo del sistema abierto propuesto por el enfoque socio-técnico, parte del supuesto de que toda organización importa diversas cosas del ambiente y las utiliza en ciertos tipos de procesos de conversión para luego exportar productos o servicios resultantes del proceso de conversión. De ahí la importancia de obtener las necesidades del cliente, plasmarlas en un desarrollo de software y generar así una aplicación que ayude en el desarrollo de los procesos de la organización. Para desarrollar e implementar un software de calidad se requiere conocer los aspectos normativos, tener claro el proceso esencial de la organización, el cual permitirá tener una visión amplia de sí misma. Para conocer las diferentes áreas que estarán inmersas en el desarrollo del software, este proceso se refiere en específico a la funcionalidad de la organización, más que a la estructura organizacional como se muestra en la figura 1.2.



Fuente: Enfoque socio-técnico en la reestructuración de los sistemas de trabajo y la atención al hombre. Pérez y Galis, 1990

Figura 1.2 Proceso esencial de la organización.

Es por eso que el modelo que se propone toma como base el enfoque del proceso esencial, es decir que las etapas que conformarán a dicho modelo de desarrollo de software, se formará de una manera continua y sistemática. Y se denominará integral colaborativo porque principalmente, se debe tomar en cuenta el lograr un trabajo en equipo, ya que no va a funcionar dicho modelo si no existe una participación colaborativa de todos los implicados (tanto de la empresa desarrolladora de software como de la organización que solicita dicho software). Las empresas que desarrollan proyectos tecnológicos, operan en entornos que se caracterizan por niveles de incertidumbre muy elevados, la innovación es el factor principal para no perder la posición competitiva en un nicho de mercado.

La administración de proyectos ha existido desde tiempos muy antiguos donde lo principal es el control de costos y tiempos en la aplicación de soluciones normalizadas en donde también entran en juego muchos elementos de gestión (identificación de objetivos, gestión de recursos humanos, logística, identificación de riesgos, manejo de cambios, etcétera). Actualmente el avance de estas técnicas ha transformado la administración por proyectos en una disciplina de investigación, actualización constante, mejores prácticas y la necesidad de la adopción de estándares y certificaciones.

El costo del software especializado en la actualidad es elevado, de ahí la necesidad de generar un modelo que ayude a los desarrolladores a poder construir una herramienta que les facilite la

construcción y poder alinear su herramienta con los objetivos del proyecto que lo requiera. Por ello la investigación planteada es conveniente porque contribuirá a generar un modelo que ayude a las organizaciones que requieran del desarrollo de software especializado a contribuir directamente en los proyectos tecnológicos innovadores de las organizaciones de la zona centro-occidente de México.

Esto a través de un desglose de todas sus diferentes etapas, dicho desglose será la base para el éxito de proyectos que permitan identificar y adelantarse a las necesidades del entorno a través de indicadores que ayudarán a evaluar las etapas de apertura, planeación, desarrollo y cierre. Dicha investigación tiene una relevancia social ya que las instituciones y organizaciones podrán contar con un modelo que ayude en el desarrollo de software a la medida para sus proyectos, se beneficiarán conociendo el impacto que tiene cada proyecto en el crecimiento económico de la región. Además de construir un instrumento que permita también evaluar el desarrollo del software utilizado en sus proyectos.

La administración de proyectos de software se basa en procesos que generan el desarrollo de cada una de las etapas del proyecto de forma continua y ordenada además del impacto, costo y beneficio de cada una de las etapas del proyecto. Esto se contempla en la investigación y su aplicación puede lograr:

- a) Una mejor gestión de proyectos de software, a través del control de los procesos llevados a cabo en las empresas de este giro, garantizando así la calidad en el desarrollo y mantenimiento.
- b) La generación de documentación técnica y formal, permitirá gestionar proyectos de software de una forma adecuada y sistematizada.
- c) Tener una concepción total de los procesos operativos y reconocimiento de actividades futuras.
- d) Disminución de tiempo en tareas redundantes.
- e) Disminución de mermas y desperdicio de material que intervenga en el desarrollo de software.

- f) Generar una cultura de calidad, que responda al aseguramiento de los procesos y del desarrollo del proyecto.
- g) Uso adecuado de los recursos, aplicación y prioridad.

Lo planteado identifica como área de oportunidad la realización de un estudio que analice la importancia de la orientación al mercado de las empresas pertenecientes al sector de alta tecnología. Éste permitirá identificar, desde una perspectiva empírica, los diversos grupos estratégicos, así como su relación con los resultados empresariales. También, posibilitaría a definir el vínculo que puede existir entre la innovación tecnológica y la pertenencia a las empresas, teniendo como objeto de estudio el sector de la Industria Mexicana del Software en la zona centro-occidente de nuestro país. El desarrollo de software ha venido a romper paradigmas y por ende invita a utilizar herramientas informáticas que faciliten las actividades diarias del ser humano.

El desarrollo de software ha venido prosperando en los últimos años; se puede recordar que en el pasado se tenían que realizar programas con una infinidad de líneas de código y que producía que solamente el programador conociera su funcionamiento, esto generaba que cuando dicha persona desapareciera de ese proyecto era inútil poder corregir o modificar algún módulo, ya que aunque se contará con la documentación pertinente muchas veces quedaban puntos en el aire que sólo el desarrollador de dicho módulo conoce. De ahí la importancia de poder utilizar metodologías y modelos que permitan concentrar la información además de conocer cada uno de los elementos que se utilizaron y problemas que se resolvieron durante el desarrollo de dicho software.

El modelo pretende brindar a las organizaciones públicas y privadas de la zona centro-occidente de México una base para desarrollar software de calidad que pueda brindar un traje a la medida en los procesos que tengan la necesidad de sistematizarse y así contribuir con el objetivo de los proyectos y disminuir así el tiempo de ejecución de los mismos; además de que las organizaciones alcanzarán sus objetivos y obtendrán la capacidad de estar alineadas al desarrollo de su región. La creación del Modelo de Desarrollo de Software Integral

Colaborativo (MDSIC) es conveniente para el sector de la alta tecnología de México ya que permitirá ayudar a las áreas que intervienen en las etapas principales del desarrollo de software. Por todo lo anterior, esta propuesta intentará ser una herramienta firme y significativa para la academia y las organizaciones públicas/privadas que desarrollen proyectos de corte tecnológico y que a través del software desarrollado por ellos mismos logren los objetivos planteados por la organización ayudando a generar un crecimiento económico en la región. Además de proporcionar una herramienta para el desarrollo intensivo de software con una inversión económica baja.

### **1.5 Objetivos de la investigación**

- **Objetivo general**

Diseñar e implementar un modelo que sirva como base para desarrollar software de calidad que contribuya a la realización de proyectos de corte tecnológico para el crecimiento de la región centro-occidente del país.

- **Objetivos específicos**

- Realizar un análisis de los modelos y metodologías actuales para el desarrollo de software, que permita determinar las principales etapas de nuestro modelo.
- Analizar cuáles empresas del sector de la industria del software son las que presentan mejores resultados, teniendo en consideración la influencia de la innovación tecnológica, el uso de alguna metodología y la orientación de mercado sobre los resultados.
- Determinar las fases mínimas para la planeación, ejecución, seguimiento y cierre del desarrollo de software.
- Desarrollar las fases del modelo que permita fortalecer los puntos críticos de las metodologías existentes en el mercado, bajo un enfoque orientado a procesos.
- Validar el modelo teórico propuesto por los tres actores principales (metodologías existentes, especialistas desarrolladores y usuarios estratégicos de empresas de software), teniendo como objeto de estudio el sector de la Industria del software de México en la zona centro - occidente.

- Aplicar el modelo en organizaciones seleccionadas como casos de estudio que se encuentren en el sector privado y público, además de que desarrollen software en México en la zona centro-occidente.

### **1.6 Preguntas de la investigación**

Debido a la necesidad que tienen los países de contar con instituciones y organizaciones desarrolladoras de tecnología, es importante contar con modelos que sean directrices para el desarrollo de software que se requiera en proyectos de corte tecnológico, además de implementarlo y conocer el impacto que pueda tener en organizaciones públicas como privadas de nuestro país, debido a esto es importante preguntarse:

- 1.- ¿Cómo desarrollar un modelo que sea capaz de servir como eje metodológico en el desarrollo de software con estándares de calidad en proyectos de corte tecnológico?
- 2.- ¿Cómo desarrollar una herramienta para el desarrollo de software que ayude a las organizaciones públicas y privadas a impulsar el crecimiento económico de la zona centro-occidente de nuestro país?

### **1.7 Alcances y limitaciones**

Con la ejecución de este proyecto de investigación se beneficiará a la población que se dedica al desarrollo de software, además de servir como herramienta esencial en el desarrollo de proyectos tecnológicos en las empresas tanto públicas y privadas de nuestro país, fundamentando el desarrollo del modelo en un análisis de diferentes modelos y metodologías existentes en el mercado que sirvan como marco de referencia y facilite su óptimo desarrollo. No sólo se busca generar una propuesta que se quede en análisis-parálisis en las organizaciones, sino que se busca comprobar su funcionalidad aplicándola en una organización pública y privada de la zona centro-occidente de nuestro país generando las recomendaciones necesarias para poderlas encaminar a solucionar o minimizar la problemática de forma integral entre los actores principales de las organizaciones desarrolladoras de software.

Todo proyecto está sujeto a limitantes u obstáculos que se dan más que todo en la fase de campo, en algunos de los casos es poca la colaboración que presta la población o las instituciones previstas a las que les compete el tema. Además del factor económico ya que el

presupuesto dedicado a esta investigación puede ser una limitante en este estudio. A continuación se mencionan algunos de los alcances y limitaciones del trabajo de investigación:

- Filosofía de investigación: positivismo.
- Enfoque del modelo de investigación: relacional.
- Tipo de investigación: exploratoria.
- Objeto de estudio: industria del software en México (Zona centro-occidente).
- Estrategia de investigación: confrontación teórica y empírica.
- Horizonte de tiempo: transversal.
- Métodos de recolección de datos: encuesta en línea (Internet), fuentes secundarias y entrevistas personales.
- Aplicación del modelo desarrollado en el sector público y privado.
- Comparativa con empresas que utilizan metodologías para desarrollar software.
- Obtención de resultados y análisis final, que sirva como aportación en dicho campo.
- Proyección de la industria del software en nuestro país con base en la investigación generada.
- Generación de proyectos e investigaciones futuras.
- Vinculación con gente especialista que aporte a las líneas de investigación.

### **1.8 Organización del estudio**

A continuación se describen brevemente los capítulos y los temas que contienen cada uno de ellos, los cuales conforman esta tesis, teniendo como objetivo el brindar al lector un panorama amplio del contexto del proyecto de investigación. En el **capítulo uno denominado “Propósito y organización”**, se podrá consultar los antecedentes, los objetivos, la justificación y el alcance, además de las limitaciones que este proyecto de investigación contempla. En el **capítulo dos** se presenta el **“Marco teórico”** en el que se contemplan los fundamentos de distintos rubros. Dichos fundamentos están enfocados a temas como:

- La competitividad.
- La planeación estratégica.
- La inteligencia organizacional.
- Sector de alta tecnología (Tecnología e Innovación).

- Administración de proyectos.
- Modelos y metodologías para el desarrollo de software.
- Calidad en el desarrollo de software.
- Desarrollo de software en proyectos tecnológicos.
- Tendencias en el desarrollo de software.
- Alineación de las TI con la planeación estratégica de la organización.

**El capítulo tres**, el cual se denomina “**Metodología de la investigación**”; describe el diseño metodológico del estudio, el tipo de investigación y pruebas estadísticas que fundamentan el estudio. Además de conocer las comparaciones históricas y las fuentes que permiten conocer cómo se ha comportado el desarrollo de software en los últimos años. Esta metodología contempla diferentes rubros como:

- Información actual y teorías existentes.
- Tablas comparativas de implementaciones de modelos y metodologías para el desarrollo de software.
- Entrevistas y cuestionarios realizadas con empresas que se encuentran inmersas en el desarrollo de proyectos de desarrollo de software.
- Validación del modelo generado en este proyecto de investigación para el sector público y privado de la zona centro - occidente de México.

**El capítulo cuatro** hace referencia al “**Desarrollo de la propuesta del Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo – MDSIC**”; en él se presentan las diferentes etapas que contempla el modelo propuesto, estas etapas son una ayuda para los modelos y metodologías que permitan el desarrollo de software en la actualidad. Es decir, vienen a reforzar los puntos críticos y de control que los modelos y metodologías para el desarrollo de software no contemplan. **El capítulo cinco** se denomina “**Análisis e interpretación de los resultados**” y está enfocado a presentar el punto de vista del autor, del director de tesis y de los revisores de dicha tesis. Además de brindar al lector las recomendaciones necesarias para la implementación y uso del modelo propuesto en esta tesis.

Finalmente se brinda al lector una serie de conclusiones y propuestas de trabajos futuros que van enfocados a los logros de la investigación. Presentando así las mejoras que se pueden lograr con la implementación en proyectos futuros.

## Capítulo II. Marco Teórico y Conceptual.

En este capítulo se analizará el marco contextual, para lo que se revisarán y clasificarán las aportaciones más significativas, tanto en términos conceptuales como metodológicos, con el objeto de poder definir y delimitar el concepto más adecuado utilizable como referencia en este estudio.

Estamos inmersos en un mundo que cada día es más cambiante, en donde el punto de quiebra de las organizaciones está a la orden del día, esto conlleva a abandonar las prácticas cotidianas que son una costumbre de las organizaciones y que suelen realizar la alta gerencia, también en el punto de buscar nuevos modelos que rompan con lo tradicional y que permita generar nuevas estrategias para así mejorar la capacidad de adecuación y generar mayor competitividad.

Históricamente si los individuos poseían más recursos naturales gozaban de grandes ventajas de tener más capital, esto les permitía contar con tecnologías superiores o más habilidades que sus competidores. En el siglo XIX los recursos naturales como el carbón y la máquina de vapor otorgó al Reino Unido ventajas competitivas sobre de otros países. Esto permitió que los británicos pudieran ahorrar más a diferencia de otros países y que se enriquecieran a través de dichos ahorros, con más ahorros tuvieron oportunidad de invertir en fábricas y nuevos equipos además de conducirlos a una productividad más elevada, salarios más altos y con mayores ingresos. Por ende se generó un círculo virtuoso ya que siendo poseedores del capital era fácil que continuarán en posesión de su riqueza.

Otro país que tuvo gran influencia de los británicos fueron los Estados Unidos ya que contaban con mayores habilidades y trabajaban con más ingenio, Thurow (1992), plantea las características distintivas de la economía propone.

“Es interesante destacar que en la nueva economía el tamaño de los países y de las regiones es “lo de menos”. En esta economía el tamaño no es lo determinante, sino que es la rapidez con que uno se mueve y la capacidad de las personas. Es verdad que hay que construir infraestructura para tener acceso a la economía global, pero se debe de

tener la capacidad de desarrollar la HOLOGRAMÁTICA. Ésta es una observación muy interesante para la enorme mayoría de las regiones en todo el mundo, que la mayoría son pequeñas, ya que las oportunidades son para los hábiles y rápidos, así como las amenazas son para quienes no pueden “ponerse a tono” con las exigencias del entorno”.

## **2.1 Crecimiento económico.**

Cuando viajamos alrededor del mundo, observamos que existen enormes diferencias entre los niveles de vida. La renta de la persona media de un país rico como Estados Unidos Japón o Alemania es más de 10 veces más alta que la renta de la persona media de un país pobre, como la India, Indonesia o Nigeria. Estas grandes diferencias de renta se traducen en diferencias de los niveles de calidad de vida. Los países más ricos tienen más automóviles, más teléfonos, más televisores, mejor nutrición, viviendas más seguras, mejor asistencia sanitaria y mayor esperanza de vida. Incluso dentro de un mismo país el nivel de vida varía mucho con el paso del tiempo.

En Estados Unidos la renta media medida por medio del PIB real per cápita ha crecido en los últimos 100 años alrededor de un 2% al año. Aunque esta cifra parezca baja, implica que la renta media se duplica cada 35 años, como consecuencia de este crecimiento actualmente la renta media es alrededor de ocho veces mayor que hace 100 años. El estadounidense representativo disfruta de más prosperidad económica que sus padres, sus abuelos y sus tatarabuelos. Las tasas de crecimiento varían significativamente de unos países a otros. En algunos países del este asiático como Singapur, Corea del Sur y Taiwán la renta media ha aumentado alrededor de un 7% al año en las últimas décadas. A esta tasa la renta media se duplica cada 10 años, estos países han pasado en una sola generación del grupo de países más pobres al grupo de países más ricos del mundo. ¿A qué se deben estas diferencias?, ¿Cómo pueden estar seguros los países ricos que mantendrán su elevado nivel de vida?, ¿Qué medidas deben de adoptar los países pobres para acelerar el crecimiento económico y sumarse así al mundo desarrollado? Estas son algunas de las preguntas más importantes en macroeconomía.

El crecimiento económico se puede identificar como el aumento del valor de la producción de un país, en términos reales y en un periodo de tiempo. Este concepto es de vital importancia para un país porque se relaciona con el nivel de bienestar de la sociedad, de tal manera que una economía en crecimiento conlleva a aumentar los niveles de vida de una población y mejorar las expectativas de los agentes económicos, además de generar un círculo virtuoso. Para medir el crecimiento económico de un país se utilizan indicadores como el PNB (Producto Nacional Bruto) y el PIB (Producto Interno Bruto). El Producto Interno Bruto mide la renta total ganada en la economía como el gasto total en la producción de bienes y servicios de dicha economía. El nivel del PIB es un buen indicador de la prosperidad económica de un país y su crecimiento es un buen indicador del progreso económico. Se puede afirmar que la economía de un país crece al aumentar la cantidad de factores de producción, de capital y de trabajo como:

- a) **Crecimiento de producción:** en este factor existen tres piezas claves: la inversión en capital humano, la inversión en investigación y desarrollo, el logro de economías de escala. Para incrementar la productividad en estos factores se deben de buscar las variables que determinen los aspectos mencionados y la posibilidad que se tiene de influir en ellos. Esto depende directamente del rendimiento de las inversiones en capital humano, en investigación y el desarrollo.
- b) **Crecimiento del capital:** en una economía donde el sector público y el sector externo se encuentran en equilibrio, permite que se genere un ahorro interno y esto se traduce a una inversión productiva es decir se entiende como el aumento del stock de capital. Se deben encontrar los determinantes del ahorro interno y con cuál variable es más sensible.
- c) **Crecimiento del trabajo:** el aumento en la cantidad de trabajo en una economía de un país proviene directamente del aumento de la población ya que se supone que el desempleo es una tasa natural. Entonces, el aumento en el empleo tendrá que ser igual al crecimiento de una población. Esto es un supuesto puesto que en la actualidad se encuentra lejos de cumplirse. En este caso incorporar a las personas que no cuentan con un trabajo mediante la creación de fuentes de empleo implica un crecimiento, ya que se está evitando el desperdicio de los recursos.

Parece ser que la evidencia empírica nos dice que es de suma importancia fomentar un ambiente financiero propicio para el ahorro, en donde nos generará una certidumbre de los agentes que intervienen en el entorno macroeconómico, esto será fundamental. La teoría del crecimiento económico busca explicar los determinantes de la tasa de crecimiento de un país y el peso que tiene cada una de dichas variables en la misma tasa las cuales tendrán condiciones concretas en cada economía. En México su crecimiento se mide con la tasa de variación del PIB es decir el PIB que se generó el año pasado contra el PIB que se genera en el año actual, el PIB es el valor de los bienes y servicios finales producidos en el país, en un período determinado.

Como ya se mencionó anteriormente el PIB y el PNB son los principales indicadores de una economía y son los más usados por la mayoría de los países del mundo. La principal diferencia entre estos indicadores radica en que el PIB hace referencia a aspectos geográficos del lugar donde se realiza la producción, independientemente de los factores utilizados. Y el PNB considera que los factores de producción son propiedad de los residentes del país.

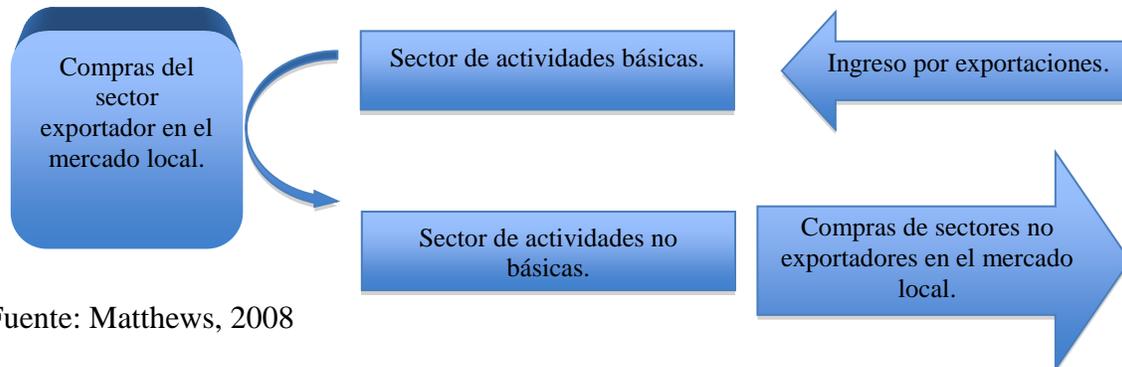
El desarrollo regional, se basa en situaciones y condiciones de política mundial. El desarrollo regional se ve impactado por la política pública de los países, tiene su origen en las instancias locales y se manifiesta principalmente a través de proyectos y programas que conforman los planes de desarrollo departamental y municipal. Sin embargo, lo que tiene que ver con la política de desarrollo económico regional, no existe pleno consenso teórico respecto a la forma y las bondades de tal intervención. Lo anterior se hace evidente a partir de un recorrido por las principales teorías del desarrollo económico regional.<sup>1</sup>

En primer término, la teoría de la base económica considera que el crecimiento regional es determinado fundamentalmente por lo que define como las actividades básicas regionales, que no son más que sectores de producción de bienes y servicios para exportación a otras regiones. En la figura 2.1 se esquematizan estos planteamientos, en términos de la problemática observada y de los objetivos e instrumentos de política. Según esta perspectiva, una expansión

---

<sup>1</sup> La síntesis de estas teorías se apoya en los trabajos de Krugman (1992), Camagni (2005).

inicial de las exportaciones estimula en gran medida a toda la región, por la acción del multiplicador de la renta. Estas ventajas, a su vez, refuerzan la competitividad del sector exportador, todo lo cual se traduce en un factor de atracción de trabajadores y capital productivo proveniente de otras regiones, para sostener la continua expansión. Se genera así un proceso de causalidad circular en el crecimiento.



Fuente: Matthews, 2008

Figura 2.1 El sector exportador como actividad base de la economía regional.

Cada vez más las organizaciones se enfrentan a mercados más competitivos. Esto significa que deben de prepararse para poder competir, porque de lo contrario el mercado no perdona y por lo tanto no permitirá su participación. Antes la ineficiencia tenía lugar, hoy en un mercado que es tan competitivo la ineficiencia de las instituciones hace que no se pueda permanecer en el mercado. En materia de cambios se puede observar que hay cambios diariamente en el mundo, que estos se dan en todos los países y en todos los escenarios. Se ve un avance en las comunicaciones y esto nos da la pauta para que la información y el conocimiento junto con la innovación se tornen claves, ya sea desde las ventajas competitivas de las organizaciones como desde la conducción.

Para esto se hace necesario un adecuado entendimiento y análisis del escenario local (económico, tecnológico, sociocultural, demográfico y del político legal) para así contemplar todas las variables del escenario macro. Cuando hablamos de variables del escenario macro no nos referimos solamente a lo que es nuestro país, ya que hoy interesa el escenario del mundo.

Como comenta Madoery (2001), existen dos elementos que tienen un alto impacto en el escenario, derivados de las transformaciones globales y que deben tenerse en cuenta:

- a) Las interacciones sociales, éstas atañen directamente al desarrollo, las cuales se despliegan hoy en nuevas geografías, en otros territorios, permitiendo que ciudades y regiones adquieran responsabilidades basadas en el Estado – Nación.
- b) El desarrollo territorial se convierte en algo que va de manera creciente y que depende de las capacidades de los actores locales.

Esta perspectiva teórica considera igualmente que el crecimiento regional es un proceso desequilibrado, y que prevé una mayor dinámica que surge en una de las regiones y que no impulsa a las colindantes, sino que genera un mayor empobrecimiento relativo. Plantea que las regiones que presentan ventajas iniciales experimentan un mayor crecimiento, favorecidos por la acumulación industrial y el desarrollo de la infraestructura que se encuentra en esa zona, que en conjunto generan importantes economías internas y externas. Esto explica el aumento en las disparidades y la presencia de un flujo de recursos productivos hacia ellas. En relación con ello, la teoría de la causalidad acumulativa de Myrdal (1957), advierte que:

“El crecimiento regional es un proceso desequilibrado y pronostica que un mayor desarrollo inicial en una de las regiones, antes que favorecer el de sus similares vecinas, termina siendo un factor de estancamiento relativo en ellas, al atraer para sí las inversiones y los recursos más productivos, contribuyendo de esa manera a una mayor polarización geográfica de la economía y explicando una tendencia natural a la divergencia en rentas por habitante entre regiones”.

Los principales flujos interregionales que se conocen son los siguientes:

- Fugas de ahorro y atracción del capital por parte de la región más desarrollada, ya que ofrece rendimientos más altos y seguros en términos comparativos.
- Migraciones de mano de obra desde las zonas desfavorecidas hacia la región desarrollada (México – EUA), con un alto grado de selección en lo referente a formación, preparación y edad de los inmigrantes en detrimento de las regiones más pobres.

- El comercio interregional se efectúa cada vez más entre regiones desarrolladas y subdesarrolladas.

Las regiones y territorios en general se enfrentan a dos retos paralelos para poder lograr su crecimiento, 1) mayores exigencias competitivas que se generan de la globalización y 2) la necesidad de fortalecer el entorno territorial ante los cambios ocurridos en las formas de producción, organización y gestión. De ahí que la eficiencia productiva y la competitividad están basadas en la calidad de los recursos humanos, la capacidad de aprender y la incorporación de innovaciones a partir del valor agregado de conocimiento en cada ámbito territorial. Además de generar redes de colaboración entre empresas e instituciones, el apoyo es esencial para la innovación y la competitividad.

## **2.2 Crecimiento económico e innovación**

La innovación no es un fenómeno individual de beneficios inciertos, la innovación es, más en estos días, un factor clave para el desarrollo económico. Una cultura emprendedora o innovadora junto con una organización social adecuada es la base a partir de la cual se desarrolla la pirámide de riqueza de una nación. Thurow (2000), sustenta la teoría de que los empresarios innovadores con éxito económico se vuelven ricos y poderosos, pero sin ellos, las economías se vuelven pobres y débiles y, que para que esto sea posible, es necesario que las sociedades sean organizadas o reorganizadas de manera tal que puedan surgir empresarios innovadores. Cuando los antiguos intereses no pueden dejarse de lado esto genera que las sociedades no estén organizadas además de que no pueden aparecer empresarios innovadores. De ahí que si las organizaciones o una nación no están interesadas en un cambio no habrá empresarios que sea de su interés general generar herramientas innovadoras.

Para dar paso a la innovación es necesario que se den las condiciones sociológicas para que así surjan productos revolucionarios y que sirvan como fuente de energía para la producción económica. Las sociedades que se encuentran dominadas por individuos temerosos nunca son sociedades ricas. Estas sociedades permiten que sobresalgan los hombres que cuentan con una

mentalidad inquieta. Si un país busca desarrollar su economía debe basar su estrategia en tres aspectos fundamentales, los cuales son:

- a) **Educación:** cada país debe asegurarse de que cada individuo tenga la mejor preparación y esto se genera a través de una posible educación, esto es a través de un proceso social y no individual.
- b) **Infraestructura:** cuando los trabajadores son bien calificados tienen acceso a satisfacer sus necesidades esenciales.
- c) **Investigación, desarrollo e innovación:** se debe de buscar ser líderes en investigación y desarrollo además de que los empresarios deben de tener la capacidad de convertir sus ideas en productos reales, para así poder competir con empresas más competitivas.

El desarrollo de cualquier territorio depende, en gran medida, de su capacidad para utilizar al máximo todos sus recursos de conocimientos, aptitudes y creatividad emprendedora. En este sentido, además de la actividad que pueda desplegar el sector privado empresarial, las autoridades públicas territoriales (estatales, municipales y regionales) como entidades intermediadoras, pueden desempeñar un papel fundamental en la movilización de dichas potencialidades, fomentando así la creación de redes de empresas locales y vinculándolas con las instituciones de apoyo, así como con el sector de la educación superior como universidades e institutos de investigación regionales, estableciendo así enlaces eficientes entre unas regiones y otras, a fin de fortalecer el crecimiento de la capacidad innovadora de cualquier país, desde la heterogeneidad de su propia base territorial. El conocimiento es el elemento que permite generar avances en la tecnología los cuales crean un desequilibrio en la sociedad además de generar crecimiento económico. Dicho conocimiento permite generar cosas nuevas de nuevas maneras.

De ahí el que se diga, si quieres obtener nuevos resultados hay que generar las actividades cotidianas de una forma diferente. Toffler (1999), sostiene que hoy en día, en las naciones ricas que tan de prisa están cambiando y a pesar de las desigualdades en ingresos y riquezas, la futura lucha por el poder irá evolucionando cada vez más hacia una lucha sobre la distribución del conocimiento y el acceso a él. La ciencia, la transferencia de tecnología, la inversión en

innovación, la tecnología y las políticas económicas orientadas hacia la creación de procesos tecnológicos son variables determinantes en el desarrollo de las naciones. Los teóricos del crecimiento económico han privilegiado el carácter de la tecnología en el avance de las naciones. Sin embargo, existen diferencias abismales entre ellas. Los procesos tecnológicos son una muestra evidente de cómo la brecha entre naciones se ensancha cada día más. Y se profundiza, sin remedio alguno.

Para el caso de las economías en desarrollo parece apropiado explicar la diferencia entre ciencia y tecnología. La ciencia puede desarrollarse y difundirse sin necesidad de convertirse en una aplicación productiva o ser un propósito en la planeación de las actividades científicas. Por el contrario, la tecnología está vinculada de manera directa con el sistema productivo en su conjunto. Sus resultados deben ser cuantificables y apropiados a sus objetivos. Para su amplio desarrollo y difusión se necesita la existencia de un sistema integrado de producción e innovación que incluya a las políticas de estado, las empresas y las instituciones necesarias poseedoras de la cultura de la innovación y con capacidad para desarrollarse, vincularse y apropiarse de los resultados de la actividad innovadora.

En este tipo de economías, la ciencia se desarrolla de manera divergente con las actividades del desarrollo tecnológico. Se nota por lo tanto, la ausencia de la vinculación en el sistema de políticas públicas en torno al desarrollo de capacidades productivas tecnológicas. Las relaciones forzadas y obligadas son imposibles e inconvenientes en una única línea entre la ciencia y la tecnología. Las empresas en la actualidad están obligadas a ser innovadoras si quieren sobrevivir en el mercado. Si no generan innovación, pronto serán alcanzadas por los competidores. La presión es muy fuerte, ya que los productos y los procesos tienen, en general, un ciclo de vida cada vez más corto. Esta tendencia procede de tres aspectos fundamentales:

- a) El progreso técnico. Los productos actuales pueden desaparecer bruscamente debido a la aparición de nuevos productos con funciones mejoradas. El esfuerzo que se está haciendo por encontrar nuevas tecnologías o mejorar las existentes es inmenso.

- b) La internacionalización de la economía. La competencia se agudiza, no solamente por parte de los países vecinos de la Unión Europea, sino de países insospechados, como, por ejemplo, los países de Asia.
- c) La desmasificación de los mercados, es decir, la tendencia a fabricar productos cada vez más personalizados, hechos a medida, dirigidos a mercados específicos. Esta trayectoria empuja hacia una mayor flexibilidad en los procesos productivos.

Al realizar una investigación sobre una nueva tecnología, el progreso es muy lento. Se soluciona un obstáculo pero aparece otro inmediatamente. Sin embargo, llega un momento en que los principales problemas están resueltos, y con un pequeño gasto adicional las prestaciones mejoran rápidamente. Después de esta etapa de rápido crecimiento, el progreso se estabiliza de nuevo. La empresa debe gastar más que en el pasado para mantener la misma tasa de progreso o bien se ve obligada a aceptar una tasa de progreso menor. Esto sucede porque la tecnología se halla cerca de su límite.

### **2.3 La tecnología como herramienta estratégica para el crecimiento económico.**

Durante las dos últimas décadas la importancia de la tecnología en el éxito empresarial fue imprescindible, ya que condiciona la calidad y el costo de sus productos además de determinar su competitividad (presente y futura), las cuotas de mercado y los resultados financieros. Hace más de dos décadas, la investigación y el desarrollo empezaron a recibir la atención de los especialistas en el crecimiento económico, pero la gestión de la tecnología y su inclusión en la estrategia de la empresas no ha sido del todo satisfactoria en su totalidad. Sin embargo, en la actualidad en muchas organizaciones la tecnología se gestiona al más alto nivel, como una variable estratégica principal para el desarrollo de dichas organizaciones y por ende en la zona. Es de vital importancia que las organizaciones elaboren una estrategia tecnológica, la estrategia debe de ser siempre original, y por tanto, nunca podrá ser el resultado de la aplicación de una receta determinada. Debe de surgir de las experiencias empresariales tales como:

- a) La importancia del uso de herramientas que sirvan para, suscitar ideas y promover la discusión en las etapas previas

b) La necesidad de que la estrategia tecnológica se elabore conjuntamente con la estrategia global de la organización, mediante un proceso iterativo que se dirija a la formulación simultánea.

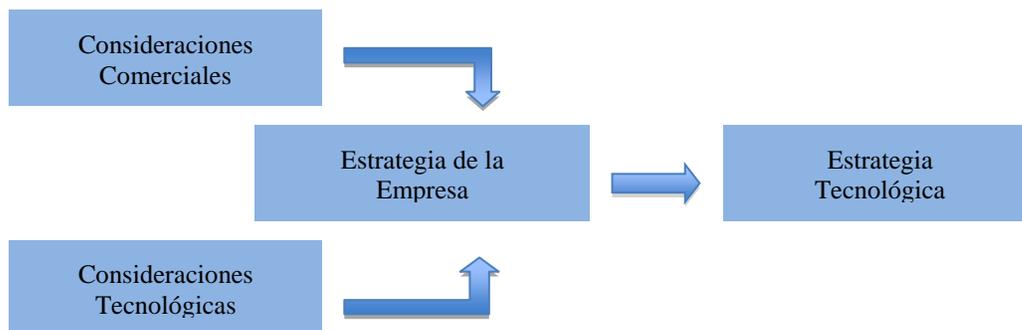
c) Plasmar la estrategia tecnológica en un plan de desarrollo tecnológico que muestre con claridad las opciones efectuadas.

Las decisiones tomadas por la empresa se deben de ver reflejadas y llevadas a cabo en el plan estratégico que genere la organización, ya que son fruto de la reflexión previa que surge de un listado de preguntas como:

- ¿Cómo evoluciona el entorno?
- ¿En qué negocio hemos de competir en el futuro?
- ¿En qué sectores/negocios se presentan oportunidades de éxito comercial?
- ¿En qué estado se encuentran nuestras tecnologías?
- ¿Están cerca de sus límites físicos?
- ¿Qué alternativas se prevén?
  - ¿Qué nuevas tecnologías pueden tener impacto en nuestra cadena de valor, aumentando nuestra rentabilidad? ¿Qué tecnologías se están desarrollando?
  - ¿Qué estrategia adoptan nuestros competidores?
  - ¿Cómo se relaciona nuestra estrategia tecnológica con la estrategia global de la empresa?
  - ¿Cuáles son nuestros puntos fuertes y débiles?

Las preguntas anteriores pueden clasificarse en dos grupos; por un lado, las que están directamente relacionadas con la tecnología (estado de las tecnologías, aparición de tecnologías emergentes). Y el otro grupo son las que hacen referencia a la marcha general de la empresa, es decir a las oportunidades de nuevos negocios y las nuevas estrategias de los competidores). La figura 2.2 ilustra el proceso descrito por Matthews (2008), en donde evidencia la estrecha interrelación de la organización y la tecnología. Las "consideraciones tecnológicas" que se mencionan son las responsables de las otras áreas de la empresa que

permitirán emerger la estrategia corporativa de la cual se generará de la estrategia tecnológica, que se traducirá en el plan tecnológico.



Fuente: Matthew, 2008

Figura 2.2 El proceso de elaboración de la estrategia tecnológica.

Porter (2011), comenta que la tecnología permite desarrollar las ventajas de ser la primera o ser seguidora, cómo obtener o conceder licencias. Porter recomienda examinar de manera sistemática todas las tecnologías de la empresa que posibiliten una reducción de costos que favorezcan las diferenciaciones, y concentrarse en ellas. Los pasos finales que recomienda para poder formular la estrategia tecnológica son:

- a) Identificar las tecnologías que intervienen en las actividades de la empresa.
- b) Identificar las tecnologías relevantes en otras industrias potenciales o centros de investigación.
- c) Determinar la evolución probable de las tecnologías claves.
- d) Determinar las tecnologías y los cambios tecnológicos potenciales que afecten a la ventaja competitiva y la estructura del sector.
- e) Valorar la capacidad de las empresas en las tecnologías importantes y desarrollar mejoras.
- f) Seleccionar una estrategia tecnológica en consonancia con la estrategia competitiva global de la empresa. Los distintos proyectos de Investigación más desarrollo (I+D) no deben aprobarse si no tienen un efecto sobre los costos o la diferenciación.

## 2.4 Competitividad

La competitividad es una variable determinante en el desarrollo económico y social de una nación. Esto implica considerar algunos factores como la innovación, eficiencia, productividad y calidad; además se ve influida por otros factores que tienen que ver con el entorno. La palabra competitividad se ha convertido en un término genérico que se aplica a una gran variedad de situaciones y ámbitos geográficos y que puede adjetivar a países, mercados, productos o empresas; Rodríguez (2001). El interés existente respecto a las diversas cuestiones relacionadas con la competitividad ha sido creciente y más pronunciado, tanto en empresas públicas como privadas. A lo largo de las tres últimas décadas los esfuerzos por definir y acotar el término competitividad han sido numerosos y las definiciones aportadas varían sustancialmente entre ellas. En la tabla 2.1 se muestra un resumen de algunas de las definiciones más relevantes que se han realizado en numerosas publicaciones:

Tabla 2.1 Definiciones de competitividad.

| AÑO  | AUTOR            | DEFINICIÓN  |
|------|------------------|---|
| 1985 | Scott            | Es la capacidad de un país para producir y distribuir bienes y servicios en la economía internacional en competencia con los bienes y servicios producidos en otros países, de forma que se gane una calidad de vida creciente.   |
| 1988 | Argandoña        | Representa, a corto plazo, la capacidad de crear, producir y distribuir bienes y servicios en el mercado internacional, en condiciones favorables para los factores nacionales. A largo plazo, la competitividad exige el aumento de aquella capacidad de crear, producir y vender bienes y servicios en mejores condiciones que los demás. |
| 1988 | Calleja          | Es la capacidad de producir y comercializar bienes y servicios en los mercados internacionales en competencia con otros países, de forma que proporcione cotas crecientes de empleo y bienestar.  |
| 1988 | Mochón y Pajuelo | La competitividad tiene una perspectiva macroeconómica, basada en el índice de precios y el tipo de cambio y una perspectiva microeconómica, condicionada por la productividad, la capacidad de elaborar estrategias eficientes o la capacidad organizativa.  |
| 1990 | Porter           | La competitividad está determinada por la productividad con que una nación, región o cluster <sup>1</sup> utiliza sus recursos humanos, de capital y naturales.   |
| 1992 | Tyson            | Es la habilidad de producir bienes y servicios que cumplan los requisitos de la competencia internacional.  |
| 1993 | Cuervo           | Es la capacidad para producir bienes y servicios para un mercado abierto y cada vez más exigente, y al mismo tiempo, crear valor; esto es, obtener una rentabilidad de los capitales invertidos igual o superior a su costo de oportunidad.   |

|      |  |  |
|------|--|--|
| 1995 | Amin y Tomaney                                     | La competitividad depende de la habilidad para sostener cambios en los factores que aumenten el crecimiento de la productividad (tecnología, recursos humanos, y otros.) y también la estructura de la economía y cómo la política busca darle forma.  |
| 1996 | Boltho   | Representa el tipo de cambio real que en conjunción con las políticas nacionales apropiadas aseguran el equilibrio interno y externo.  |
| 1996 | Ciampi   | La competitividad no es un juego, en el que la mejora de competitividad en un país se consigue a expensas de otro. Al contrario, las mejoras de competitividad y eficiencia en diferentes países pueden y deben ser integradas y reforzarse mutuamente.  |
| 1997 | Storper  | Es la habilidad de una economía (urbana) para atraer y mantener empresas con cuotas de mercado estables o crecientes en una actividad al tiempo que se mantienen o se mejora la calidad de vida de los que participan en ello.   |
| 2003 | O'Mahony y Van Ark                                 | La competitividad es el incremento sostenido de la renta real y la calidad de vida de las regiones y naciones, y la existencia de trabajo para todos los que desean encontrar empleo. La base de la mejora de la calidad de vida está sobre todo, en la productividad, ya que ésta es clave para sostener la generación de empleo y lograr la eliminación de la pobreza. |
| 2004 | Gardiner et al.                                    | Las fuentes de competitividad están formadas por factores diversos, como las instituciones, las infraestructuras y el capital humano, la inversión extranjera, el desarrollo de las pymes y el desarrollo tecnológico. Todo ello conduce a unas cifras de empleo y productividad que determinan el producto regional bruto y la calidad de vida.                         |
| 2005 | Hernández  | El análisis de la competitividad implica indicadores de precio, como los tipos de cambio e indicadores estructurales, como las cuotas de mercado de las exportaciones.   |
| 2005 | Nadal  | La competitividad se puede analizar desde el punto de vista de su saldo exterior, de sus flujos de comercio, del tipo de cambio real, de la productividad y de las inversiones directas.   |
| 2006 | Sala y Torres                                      | La competitividad no se refiere únicamente a los precios, sino que incorpora aspectos estructurales. Entre los factores más determinantes para la competitividad se encuentra la innovación.   |
| 2006 | Simmie   | La definición operativa usual de competitividad es la cuota de mercado de un determinado sector o industria.   |
| 2007 | International Institute for Management Development | La competitividad está basada en la habilidad de una nación para crear y mantener un entorno que proporcione mayor valor a las empresas y más prosperidad a los ciudadanos.  |
| 2008 | Foro Económico Mundial                             | La competitividad nacional está determinada por el conjunto de instituciones, factores y políticas que determinan la productividad. El entorno macroeconómico estable es condición necesaria para la competitividad, pero no suficiente.   |
| 2008 | Trichet  | La competitividad en un sentido amplio se puede entender como la habilidad de los países para mejorar en una economía internacional cada vez más integrada y para embarcarse en un camino sostenido de alto crecimiento del output que mejore el   |

|      |      |  |
|------|------|--|
|      |      | bienestar de las personas.   |
| 2010 | OCDE | Es el grado en que, bajo condiciones de libre mercado, un país puede producir bienes y servicios que superan el examen de la competencia internacional y que simultáneamente permiten mantener el crecimiento sostenido del país". |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Definida la competitividad, es necesario determinar los factores que la afectan en una localización determinada, país, región, ciudad, clúster y, en consecuencia, identificar aquellos niveles en los que se debe actuar para mejorarla. Además de conocer el nivel de análisis sobre el cual se va a realizar el espacio y conocer como los agentes económicos se ubican de acuerdo a su nivel de agrupación, “macro” y “micro”.

- En el nivel macro se encuentran los agregados económicos; en este nivel se puede ubicar lo que menciona la escuela tradicional, que considera a los países como una unidad de análisis, la cuál se mide y define a la competitividad de una forma cuantitativa a través del rendimiento comercial, su balanza de pagos, comportamientos de la tasa de cambio, entre otras medidas; y cualitativamente, a través de la actividad científica y tecnológica del país o los resultados de las instituciones de investigación y desarrollo.
- En el nivel microeconómico podemos decir que encontramos a los sectores, empresas y productos en los que se evalúa la competitividad. Este nivel de análisis es evaluado por lo que se podría llamar la aproximación moderna de la competitividad. Algunas de las formas de medir y definir la competitividad en este nivel se basan cuantitativamente en la participación del mercado, generando indicadores de productividad y/o costo, márgenes de ganancia y/o beneficios netos. Al igual que en el nivel macro, existen mediciones y definiciones de tipo cualitativo como la investigación y desarrollo además de las estrategias gerenciales.

Las empresas son más productivas cuando el ambiente de negocios en el que operan es positivo. Por ello, los países compiten ofreciendo ambientes apropiados donde las empresas puedan ser altamente productivas.

## 2.5 Elementos de la competitividad

Michael Porter, quien en el libro “La ventaja competitiva de las naciones” (1991); presentó las bases de lo que sería una teoría de la competitividad, enuncia:

“La prosperidad de una nación depende de su competitividad, la cual se basa en la productividad con la cual esta produce bienes y servicios. Políticas macroeconómicas e instituciones legales sólidas y políticas estables, son condiciones necesarias pero no suficientes para asegurar una economía próspera. La competitividad está fundamentada en las bases microeconómicas de una nación: la sofisticación de las operaciones y estrategias de una compañía y la calidad del ambiente microeconómico de los negocios en la cual las compañías compiten. Entender los fundamentos microeconómicos de la competitividad es vital para la política económica nacional”.

Dicha definición distingue tres elementos importantes que son:

- a) **Productividad:** la competitividad está determinada por la productividad con que un país usa sus recursos. En el sentido amplio que utiliza Porter (1990), depende de la calidad y singularidad de los bienes y servicios y de la eficiencia con la que ellos se producen. Es un proceso de largo plazo que resulta en la prosperidad de los individuos y de la sociedad en su conjunto.
- b) **Empresa:** la fuente primaria de creación de riqueza es la empresa. Por ello, la competitividad de los países se basa en la capacidad que sus empresas tienen para competir. En la perspectiva de Porter (1990), la base de la consecución de los fines a obtener descansa en la capacidad y sofisticación de las organizaciones que operan en el país. Ninguno es competitivo si sus empresas no lo son y, para ello, estas, más allá de poseer eficiencia operativa, deben tener un posicionamiento de estrategias único. El Estado no crea riqueza, pero puede ayudar a crearla, de la misma forma que puede alentar o desalentar la competitividad del país. El papel del mismo en la economía cambia y se acomoda a las circunstancias particulares de cada país a través del tiempo. Por tanto, concentrar la atención en la discusión entre el Estado interventor *versus* el *laissez-faire* es simplista y no ayuda a entender el fenómeno de la misma. Ejemplos de países que, en los últimos años, han logrado niveles de alta competitividad, como Finlandia, Alemania,

Singapur, entre otros, demuestran cómo el Estado, las empresas, las instituciones de educación, de investigación, de innovación tecnológica y, en general, las de la sociedad civil, pueden trabajar en conjunto para mejorarla.

- c) **Localización:** un elemento crítico para la productividad de la empresa es la ubicación en la que se encuentra. Porter (1990), plantea que, con la intensificación de la globalización, la localización geográfica es más importante en lugar de serlo menos, como se suele afirmar. Las empresas, conforme se internacionalizan, tienen que tomar decisiones respecto de la localización de sus mercados, sus plantas industriales, laboratorios de investigación y *outsourcing*, entre otros. Esta circunstancia las lleva a discernir sobre las características de los ambientes de negocio de los países o regiones y evaluar factores como la calidad de la mano de obra, infraestructura, cantidad y calidad de proveedores, nivel de sofisticación de los consumidores, regulaciones y otros. La evaluación final de las empresas está orientada a elegir la localización que garantice el mejor ambiente de negocios para lograr sus objetivos estratégicos, que le asegure un alto nivel de rentabilidad en el largo plazo.

El crecimiento de la economía, es un incremento real del PIB, no implica que haya necesariamente un aumento en la productividad. Los países más competitivos no son necesariamente los que muestran mayor crecimiento del PIB; sin embargo, el crecimiento sostenido del mismo es una condición necesaria, mas no suficiente, para el aumento de la competitividad. Un ejemplo de esto es China quien ha tenido un crecimiento real promedio de su PIB de más del 10 por ciento en los últimos treinta años, sin embargo, no se encuentra en los países más competitivos del mundo. Como consecuencia del aumento de la productividad, los países más competitivos muestran un gran dinamismo en el comercio internacional de bienes y servicios, flujos de inversión directa al país y este al extranjero y, sobre todo, un alto grado de innovación tecnológica. Es la capacidad innovadora de los países la que, en última instancia, sustenta el crecimiento de la productividad. Países altamente competitivos como Suiza y Estados Unidos, entre otros, muestran altos niveles de inversión en ciencia, tecnología y dinamismo en la producción de patentes.

### 2.5.1 Determinantes de la competitividad

Porter (1998), plantea que está determinada por la dotación de los recursos con los que cuenta un país, los aspectos macroeconómicos que lo caracterizan, así como los microeconómicos que lo sustentan. Además del conjunto de recursos naturales, la localización geográfica, el legado histórico-cultural, entre otros. Esto se refiere a con los que cuenta un país. Esta dotación de recursos es importante para aumentar la competitividad, ya que presenta la oportunidad de edificar sobre ellos, como se muestra en la tabla 2.2 Sin embargo, también puede inhibirla si no se avanza en los otros dos determinantes. Los países que compiten solo sobre la base de su riqueza en recursos naturales no son altamente competitivos y sus niveles de crecimiento son erráticos.

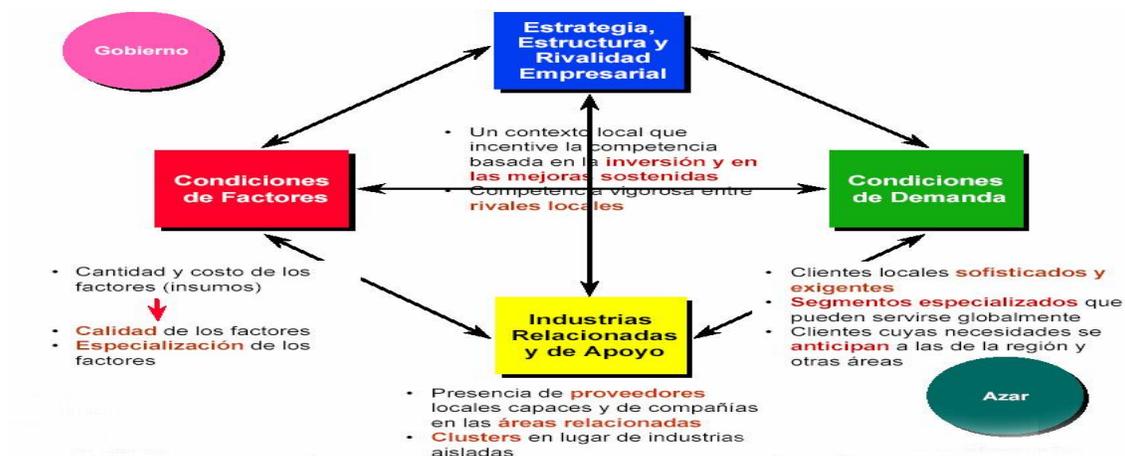
Tabla 2.2 Determinantes de la competitividad.



Fuente: Competitividad, desarrollo, evolución y perspectivas recientes

México es un país débil en algunos de estos factores, principalmente porque no realiza innovación tecnológica suficiente para crear ventajas competitivas que promuevan mejores niveles de productividad, eficiencia y calidad. La competitividad de las empresas ha sido analizada teóricamente por Porter en el llamado “Diamante de la Competitividad” en donde cuatro determinantes interrelacionados (condiciones de los factores de producción; condiciones de la demanda; estrategia, estructura y rivalidad; sectores conexos y de apoyo) y dos elementos exógenos (gobierno y azar) determinan el potencial competitivo de una empresa, como se muestra en la figura 2.3 La ventaja competitiva se encuentra en la tecnología como factor de producción, que hace que los anteriores factores puedan desarrollarse e incluso, crearse nuevos.

Las condiciones de la demanda hacen referencia a la sofisticación de la demanda interna en la cual las empresas pueden garantizar la máxima calidad y/o eficiencia de sus productos<sup>2</sup>. La estrategia, estructura y rivalidad de las empresas es el ambiente competitivo microeconómico. Finalmente, en cuanto a los sectores conexos y de apoyo, las empresas buscan cooperar, pero a la vez competir actuando como clúster, si se analizan intra sectorialmente (análisis horizontal), y cadena de valor, si se hacen inter-sectorialmente (análisis vertical). Para Porter, el gobierno es exógeno, es decir es un factor que se genera dentro de otro. Este afecta a los demás determinantes pero no es afectado por los mismos. Como el gobierno, el azar afecta los determinantes de la competitividad (p.ej., guerras, cambios climáticos etcétera), ya que no pueden ser controlados. Lombana (2006), comenta que para hacer trascender a los clúster al ámbito internacional estos deberán estar ligados a clúster que los apoyen hacia delante de su cadena de valor. Porter (2011), establece que entre más sofisticada sea la demanda interna mayores son las posibilidades de internacionalizar la producción.



Fuente: La ventaja competitiva de las naciones. Editorial: Porrúa

Figura 2.3 Diamante de la competitividad de Michael Porter.

<sup>2</sup> Es una de las mayores críticas al modelo de Porter, en tanto la sofisticación de la demanda externa también puede ser un referente para la calidad de los productos que las empresas pretenden exportar.

## **2.6 Planeación estratégica**

### **2.6.1 Mente estratégica.**

El ser humano no cuenta con ningún recurso natural, ningún poderío militar solamente la capacidad de invención del cerebro. Esta es ilimitada puesto que hay que desarrollarla, educarla, adiestrarla y equiparla. Esta potencia cerebral llegar a ser en el futuro el bien común máspreciado y creador de la humanidad. Entre líderes, gerentes y hombres de empresa existen algunos que cuentan con visión y sensibilidad natural para responder oportunamente a los retos que presenta las organizaciones de igual forma es frecuente encontrar a ejecutivos con una orientación más operativa que estratégica.

Quizás esta tendencia sea un resultado de la inercia natural que las personas han seguido durante todo su desarrollo profesional, además de enfocar inadecuadamente los problemas que exigen un alcance estratégico. Múltiples experimentos y estudios en el campo de la imaginación creativa han demostrado que es posible cultivar mentalidades que produzcan ideas superiores al nivel de lo que debe ser la mente estratega. Las conclusiones más significativas de sus estudios pueden resumirse en tres ideas:

- 1) La creatividad puede desarrollarse deliberadamente.
- 2) Los cursos para el desarrollo de la creatividad mejoran a la persona para producir buenas ideas, además, se identifican por originales y útiles.
- 3) Un curso sobre imaginación permite desarrollar rasgos como la confianza, iniciativa, liderazgo potencial y sensibilidad a los problemas.

Además de la importancia de desarrollar la imaginación creativa, la mente estratega requiere de información, conocimientos, experiencias los cuales son ingredientes para generar su capacidad razonadora y creativa. Para poder generar una toma de decisiones de manera estratégica es importante partir de la comprensión del conjunto de fenómenos internos y externos en que participa la organización así como los objetivos que ésta trata de alcanzar en ese contexto. Con toda su información la mente estratega examina el conjunto de esos factores, comprende y formula alternativas orientadas hacia lo que quiere que suceda el gerente estrategia.

La mente estratega mantiene cierta flexibilidad para poder examinar y procesar todas las

variables y es definitivo que genera esta forma de pensar para enfocar la problemática sobre la cual se tiene que decidir. El desarrollo de la mente estratega es análogo al desarrollo de la capacidad creativa del ser humano, el cultivo de esos enfoques mentales involucra una nueva actitud mental, el desprendimiento de los hábitos tradicionales, además del uso de técnicas y prácticas que permiten tomar decisiones estratégicas. Combinados todos estos factores permiten desarrollar el pensamiento estratégico y generan en el individuo una capacidad que puede ser aprendida dirigida y practicada. Es común que el concepto estrategia se utilice en el ámbito de la gerencia y de las organizaciones ya que escuchamos muchos conceptos relacionados con estrategias financieras, de mercado, de comunicación o corporativas. Para este fin se analizarán las definiciones de los principales autores para así poder entender el concepto de estrategia.

### **2.6.2 Concepto e historia de la planeación estratégica.**

A inicios de la década de los cincuenta, las firmas de negocios y más tarde otros tipos de organizaciones de producción de servicios y bienes, empezaron a preocuparse por sus desajustes con el medio ambiente (Ansoff & Hayes, 1990). Esto dio lugar al desarrollo de la planeación estratégica. Posteriormente, no sólo preocupó a los administradores de las organizaciones, de ahí pensar en exigir que lo planeado se traduzca realmente en acciones adecuadas, lo que dio lugar al desarrollo del concepto de administración estratégica. Desde la década de 1960 hasta mediados de 1980, la planeación estratégica subrayaba un enfoque de arriba abajo respecto al establecimiento de metas y planeación, es decir la alta dirección y los especialistas en planeación estratégica desarrollaban metas y planes para toda la organización.

Con frecuencia los gerentes recibían metas y planes de miembros del personal y sus propias actividades de planeación se limitaban a procedimientos específicos ya presupuestados para sus unidades. Durante este periodo empresas particulares y compañías de consultoría han innovado diversas técnicas analíticas y enfoques de planeación, muchas de las cuales se convirtieron en modas corporativas. A menudo, estas técnicas se usaban en forma poco adecuada y conducían a decisiones estratégicas que se basaban en conclusiones y evaluaciones simplistas. A menudo surge una gran brecha entre gerentes estratégicos, tácticos y operativos.

Los gerentes y empleados se sentían ajenos en todas sus organizaciones y perdían su compromiso con el éxito de la organización.

En la actualidad los gerentes hacen que el resto de la organización participe en el proceso de la formación de estrategias. El ambiente tan cambiante de las tres últimas décadas han obligado a los ejecutivos a buscar ideas e innovaciones en todos los niveles de la organización para formar a sus compañías de una manera más competitiva. Debido a esta tendencia ha surgido un nuevo término para el proceso de planeación: “**administración estratégica**”. La administración estratégica involucra a los gerentes en la formulación e implementación de metas estratégicas y estrategias. Esto es, integra la planeación estratégica y administración en un solo proceso. Henderson (1993), comenta que existen muchas posibilidades de que así las organizaciones cambien sus formas de trabajo, lo que le permite ampliar su ventaja.

Esto permite diferenciarse de sus rivales. Sin embargo cuando un competidor agresivo pone en marcha una estrategia de éxito, todos los otros negocios con los que se compete responden con igual previsión y dedicación de recursos. La planeación estratégica se convierte en una actividad constante en la cual se alienta a todos los gerentes a pensar estratégicamente y a centrarse en los aspectos de largo plazo orientados hacia el exterior, así como aspectos tácticos y operativos de corto plazo. Según Mintzberg (1997), la planeación estratégica implica tomar decisiones acerca de las metas y estrategias de largo plazo de la organización. Los planes estratégicos tienen una fuerte orientación externa y abarcan porciones importantes de la organización. Los ejecutivos son responsables del desarrollo y ejecución del plan estratégico, aunque por lo general no formulan ni implementan personalmente todo el plan.

Las metas estratégicas son los fines principales o resultados que se relacionan con la supervivencia, valor y crecimiento de largo plazo de la organización. Los gerentes estratégicos establecen metas que reflejan tanto la eficacia como la eficiencia, entre las metas estratégicas más comunes se encuentran diversas medidas de rendimiento para los accionistas, rentabilidad, cantidad, calidad de los productos o servicios, participación de mercado, productividad y contribución a la sociedad. Una estrategia es un patrón de acciones y

asignaciones de recursos diseñado para alcanzar las metas de la organización. La estrategia que implementan las organizaciones es un intento de equiparar sus habilidades y recursos con las oportunidades que se encuentran en el ambiente externo; esto es, todas las organizaciones tienen fuerzas y debilidades.

Las acciones o estrategias deben dirigirse a consolidar fuerzas en áreas que satisfagan los deseos y necesidades de los consumidores, de otros actores clave en el medio externo de la organización. Además, de que las organizaciones que implementan estrategias modifican el ambiente externo. Una vez identificados los planes estratégicos de la organización, éstos se convierten en el fundamento de la planeación.

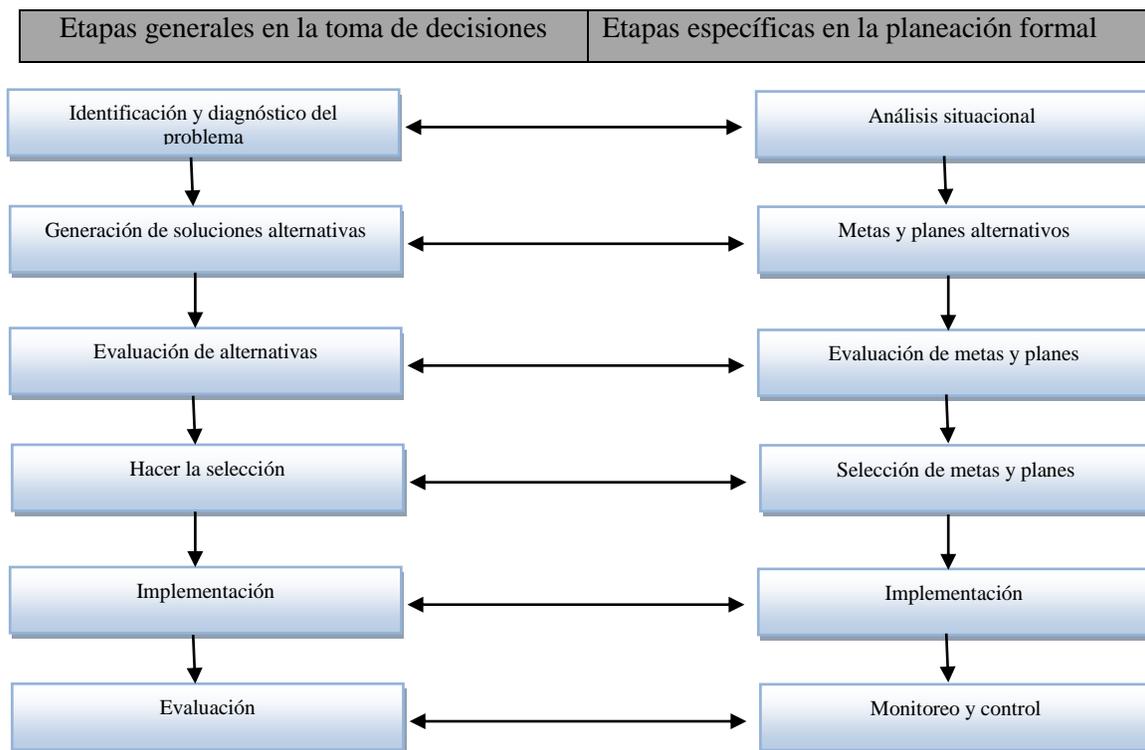
- a) La planeación táctica traduce metas amplias y planes estratégicos en metas y planes específicos que son importantes para una porción definida de la organización, a menudo una área funcional como los recursos humanos. Los planes tácticos se enfocan a las principales acciones que debe realizar una unidad para cumplir su parte del plan estratégico.
- b) La planeación operativa identifica los procedimientos y procesos específicos que se necesitan en los niveles más bajos de la organización, los gerentes de nivel operativo desarrollan planes para períodos muy cortos y se centran en tareas de rutina como programas de producción, horarios de entrega y requerimientos de recursos humanos.

El concepto estratégico no es nuevo ya que siempre ha estado en la mente de los líderes, hombres de negocios y gerentes lo nuevo es el manejo sistémico de la planeación estratégica. Podemos mencionar algunas ideas de lo que no es la planeación estratégica, entre ellas.

- La planeación estratégica no es un conjunto de técnicas específicas o de métodos y procedimientos inflexibles para elaborar un plan. Para generar la planeación estratégica es importante cuestionarnos lo siguiente:
  - 1) ¿Dónde estamos?
  - 2) ¿A dónde vamos?
  - 3) ¿A dónde deberíamos de ir?

La planeación estratégica incluye eventos factibles pero no obstante es preciso considerar

eventos contingentes que pueden llegar a ocurrir. La planeación no constituye una respuesta informal o fortuita a una crisis. La planeación formal es un proceso para la toma de decisiones, los pasos importantes que se siguen durante ella se asemejan a los pasos básicos para la toma de decisiones. La planeación implica directamente problemas u objetos reales, no simples especulaciones. (Cano Flores, 2005). La figura 2.4 nos muestra estos pasos y sus contrapartes en el proceso de la toma de decisiones.



Fuente: Administración estratégica.

Competitividad y globalización. Conceptos y casos. Thomson.

Figura 2.4 Proceso formal de la planeación.

A continuación se presenta la descripción de cada una de las etapas del proceso formal de la planeación.

**1) Análisis situacional;** la planeación comienza con un análisis situacional, con sus limitaciones de tiempo y recursos se debe de recopilar, interpretar y resumir toda la información relevante para el aspecto de la planeación en cuestión. Este análisis se enfoca en las fuerzas internas que operan en la organización unidad de trabajo con un enfoque de sistema abierto, el cual analiza las influencias del ambiente externo. El resultado de este paso es la identificación y diagnóstico de los presupuestos beneficios y problemas de la planeación.

**2) Metas y planes alternativos;** con base en el análisis situacional el proceso de planeación debe generar metas alternativas que puedan perseguirse en el futuro y planes alternativos que puedan utilizarse en el logro de esas metas. Este paso en el proceso subraya la creatividad y alienta a gerentes y empleados a asumir una perspectiva más amplia acerca de sus trabajos. La evaluación de los méritos de estas metas y planes alternativos debe retrasarse hasta que se haya desarrollado una variedad de opciones. Las metas son los propósitos o fines que el gerente desea alcanzar y deben ser específicas retadoras y realistas. Los planes son las acciones o medios que el gerente trata de utilizar para alcanzar las metas. Este paso debe delinear como mínimo acciones alternativas que conduzcan al logro de cada meta, los recursos necesarios para llegar a ella a través de los medios y los obstáculos que pueden surgir.

**3) Evaluación de metas y planes;** los encargados de tomar decisiones deben jerarquizar dichas metas e incluso eliminarlas para poder analizarlas con calma.

**4) Selección de metas y planes;** en el proceso de valuación se deben identificar las prioridades y arreglos entre metas y planes y dejar la elección final al responsable de la toma de decisiones. Un proceso formal de planeación conduce un conjunto de metas y planes que resultan factibles dentro de un grupo de circunstancias, es viable que se genere un plan de contingencia distinto que se añada en cada escenario. Éste enfoque ayuda evitar crisis y permite mayor flexibilidad y capacidad de respuesta.

**5) Implementación;** los mejores planes son inútiles a menos que se lleven a la práctica correctamente, para que una implementación sea exitosa se necesita que el plan se relacione con otros sistemas en la organización en particular con los sistemas de recompensa y presupuesto. De la misma manera el logro de las metas debe relacionarse con el sistema de recompensa de la organización, muchas organizaciones utilizan programas de incentivos para alentar a sus empleados a lograr las metas implementar los planes de forma adecuada un

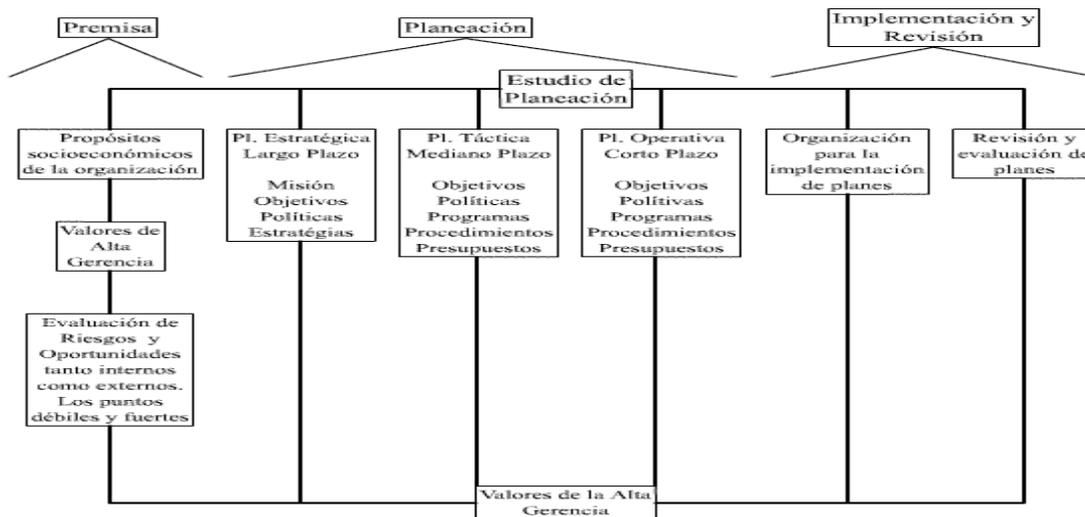
ejemplo de ello son las comisiones, salarios, promociones y bonos que se basan en un desempeño exitoso.

**6) Monitoreo y control;** como la planeación es un proceso constante repetitivo la alta dirección debe monitorear continuamente el comportamiento real de sus unidades de trabajo de acuerdo con las metas y los planes de la unidad.

### 2.6.3 Modelos de planeación

Según (Sallenave, 1994), un modelo conceptual es aquel que presenta una idea de lo que debería ser en general, o una imagen de algo formado mediante la generalización de particularidades. A cambio, un modelo operativo es el que se usa en realidad en las empresas. Existen diferentes modelos que pueden ayudar a las organizaciones a generar una planeación exitosa, enseguida se analizarán algunos de ellos:

A. Modelo de planeación de George Steiner, el cual se muestra en la figura 2.5



**Fuente:** El Proceso Estratégico. Prentice Hall.

Figura 2.5 Modelo de planeación George Steiner.

En este modelo podemos encontrar las posiciones que sirven como fundamento para la planeación en el se encuentran los propósitos socioeconómicos fundamentales de la

organización de la alta gerencia y los estudios del medio ambiente.

- **Propósitos básicos socioeconómicos.**

Son las aspiraciones fundamentales del orden socioeconómico que una empresa y organización en su carácter de entidad total, desea satisfacer en forma permanente o semipermanente a través de su existencia por tal motivo, los propósitos básicos son aquellas finalidades de que por su índole suprema define la razón de la existencia, de la organización, así como su naturaleza y carácter esencial. Los propósitos básicos socioeconómicos son los lineamientos de finalidad que la sociedad espera de la institución de negocios. Si esta no lo establece no podrá sobrevivir. Esto significa que la sociedad demanda de las empresas, que utilicen los recursos de que disponen para satisfacer los deseos o necesidades de la sociedad.

- **Valores de la alta gerencia.**

Cada uno de los gerentes tiene su grupo de valores, sus códigos éticos, sus estándares de moral, su propia filosofía, los cuales son únicos a cada uno de ellos, es necesario conocer todo este grupo de valores establecerlos como premisas de planeación, ya que tiene una gran influencia sobre los programas de planeación. Como ejemplo se tienen los siguientes casos:

- La decisión de ser la compañía mas grande y más técnica dentro del ramo depende de los valores de los altos ejecutivos.
- La selección de los medios para alcanzar dichos fines, también está en función de los valores. Lo mismo sucede con el trato que se desea a los clientes empleados, competidores y contratistas. Algunos gerentes demandan que las condiciones para los empleados sean placenteras, para otros no tienen importancia algunos son implacables con la competencia, otros aplican la regla "no hagas a otros lo que no quieras para ti".
- Evaluación de riesgos y oportunidades del medio ambiente tanto interno como externo.
- Uno de los propósitos fundamentales de la planeación es descubrir las oportunidades futuras de hacer planes para explotarlas.
- Los planes efectivos son aquellos que explotan las oportunidades y evitan los obstáculos o riesgos futuros, basándose en lineamientos dados a conocer los puntos fuertes y débiles de la compañía.

B. Modelo de Willian Newman, el cual se muestra en la figura 2.6



Fuente: Modelo de planeación de William Newman.

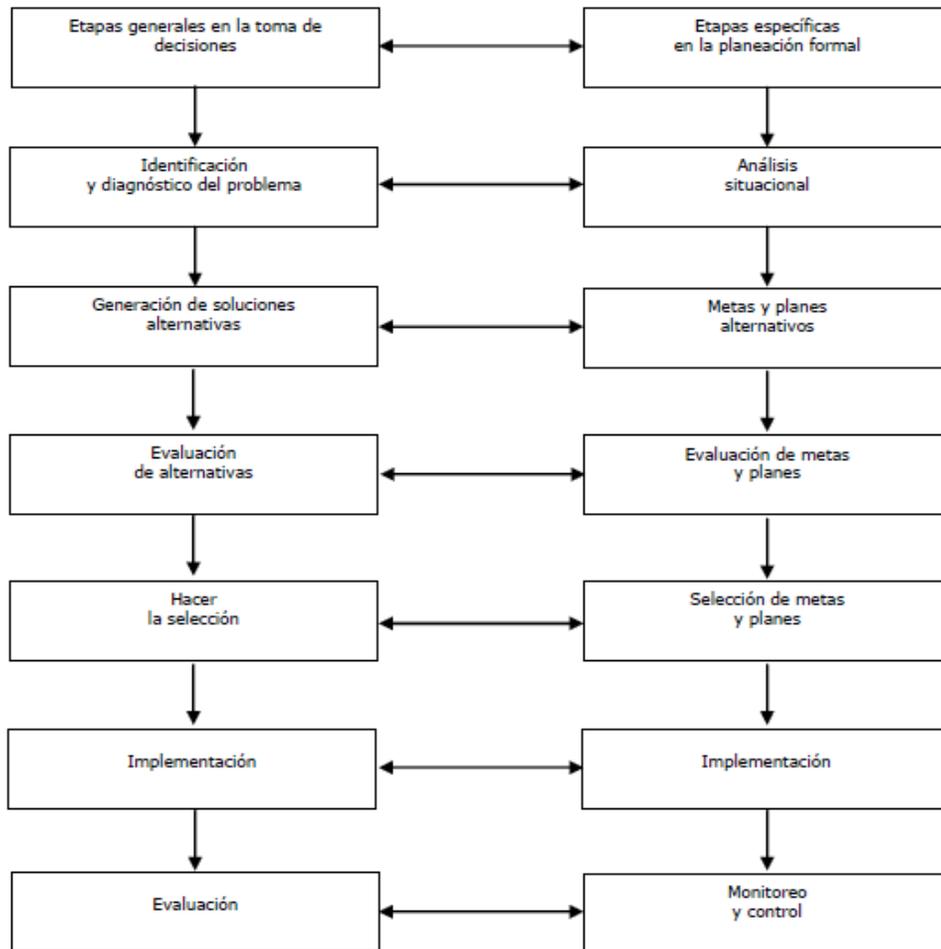
[http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/modelos2008-2.pdf\(2005\)](http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/modelos2008-2.pdf(2005))

Figura 2.6 Modelo de planeación William Newman.

Este modelo tiene sus raíces en la teoría clásica de la administración. Así mismo el autor define el proceso de planeación desde el estudio de las etapas básicas de una decisión que se tome. Se pueden encontrar diferentes etapas como: diagnóstico del problema, determinación de soluciones optativas, pronóstico de resultados en cada acción y finalmente la elección del camino a seguir. El modelo se enfoca principalmente en definir el inicio del proceso de planeación estratégica que inicia con un diagnóstico preciso del problema que se está enfrentando. Una vez que se establece el problema, es necesario encontrar las probables soluciones al mismo orientando así todas las actividades halladas en el proceso de planeación.

Posteriormente es necesario realizar un pronóstico de los resultados para cada acción seleccionada con anterioridad, encontrando automáticamente las posibilidades reales de solución del problema planteado.

C. Modelo de planeación de Bateman y Snell, el cual se muestra en la figura 2.7



Fuente: Modelo de planeación de Bateman y Snell.

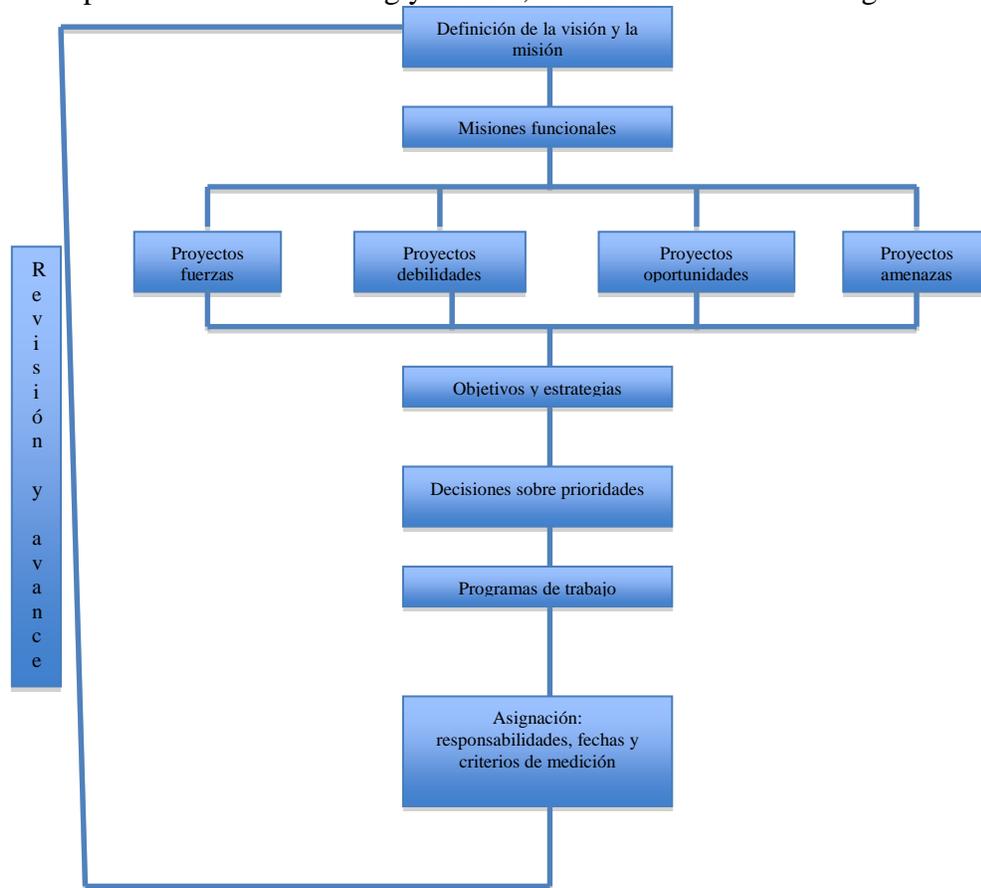
[http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/modelos2008-2.pdf\(2005\)](http://www.uv.mx/iiesca/revista/documents/modelos2008-2.pdf(2005))

Figura 2.7. Modelo de planeación Bateman y Snell.

Según estos autores el proceso de planeación es un proceso dual en que dos características convergen: las etapas generales involucradas en el proceso de decisión y las etapas específicas de la planeación formal. La primera característica presupone todas las acciones orientadas a la identificación y precisión del problema que se quiere resolver a través del proceso de planeación. Iniciando con el diagnóstico de la situación y su entorno, la formulación de ideas

percibidas después del análisis, la selección y evaluación de alternativas, determinan la más adecuada para implementación. Para la segunda característica se llevan a cabo las actividades formales, transformándolas en planes y programas susceptibles para ser llevados a la práctica, determinando sus objetivos como el proceso de implementación y evaluación correspondiente.

D. Modelo de planeación de Mintzberg y Waters, el cual se muestra en la figura 2.8



Fuente: Modelo de planeación de Mintzberg y Waters. [http://www.quality-consultant.com/gerentica/aportes/aporte\\_002.pdf](http://www.quality-consultant.com/gerentica/aportes/aporte_002.pdf) , 2004

Figura 2.8 Modelo de planeación Mintzberg y Waters.

En la mayoría de los modelos existentes de planeación dejan a un lado el recurso humano ya que consideran que el trabajo con el recurso humano no es importante.

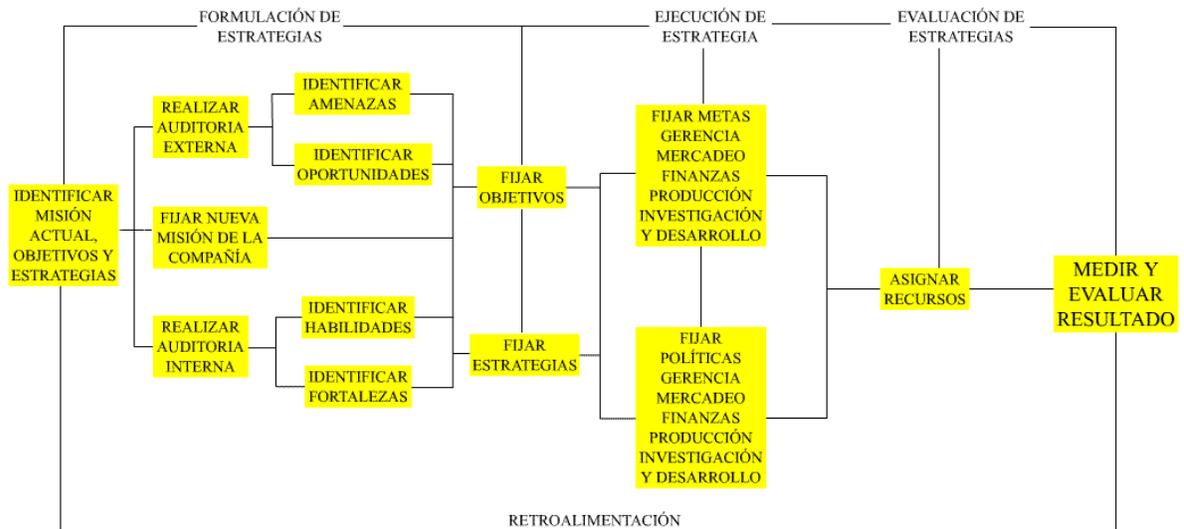
Sin embargo el combinar el recurso humano con trabajo del proceso de las organizaciones permiten determinar las políticas y programas para alcanzar los objetivos y las metas de las organizaciones. En este modelo de planeación Mintzberg y Waters comentan que así se pueden asegurar las políticas para convertirse en un proyecto a largo plazo para las organizaciones.

De acuerdo con (Miles, Snow, Meyer, & Coleman, 1978), las organizaciones también modifican constantemente y perfeccionan el mecanismo por el cual logran sus propósitos y objetivos, reorganizando su estructura, sus relaciones y sus procesos de gestión. Para la mayoría de las organizaciones sus procesos deben de ser dinámicos, capaces de adaptarse a los cambios y mantener una alineación efectiva con el medio ambiente. Para esto se puede identificar un ciclo de adaptación que es evidente en todas las organizaciones, pero dicho ciclo es más visible en las nuevas organizaciones ya que en una nueva organización existe una visión empresarial definida ya que tienen bien identificado un segmento de mercado de su bien o servicio y su mercado objetivo.

Las principales teorías de gestión de la planeación, comentan que lo que debe de realizar la organización es cumplir con las exigencias del entorno, además de formular aquellos procesos que permitan a la organizaciones seguir adaptándose y evolucionando para generar capacidad propia y fortalecer así su actividad innovadora.

La planificación estratégica no es un mecanismo para elaborar planes, es una herramienta para administrar y para ordenar los cambios. Las empresas no pueden ser mejores que sus gerentes. La planeación estratégica debe llegar hasta las áreas de la empresa que apuntan al desarrollo y no a las que sólo pueden manejar verbos en tiempo presente.

E. Modelo de planeación de Fred David, el cual se muestra en la figura 2.9



Fuente: Modelo de planeación de Fred David.

[http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P\\_terminados/Planeacion\\_Estrategica\\_ultima\\_actualizacion/polilibro/Unidad%20III/Tema3\\_2.htm](http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/Planeacion_Estrategica_ultima_actualizacion/polilibro/Unidad%20III/Tema3_2.htm)

Figura 2. 9 Modelo de planeación Fred David.

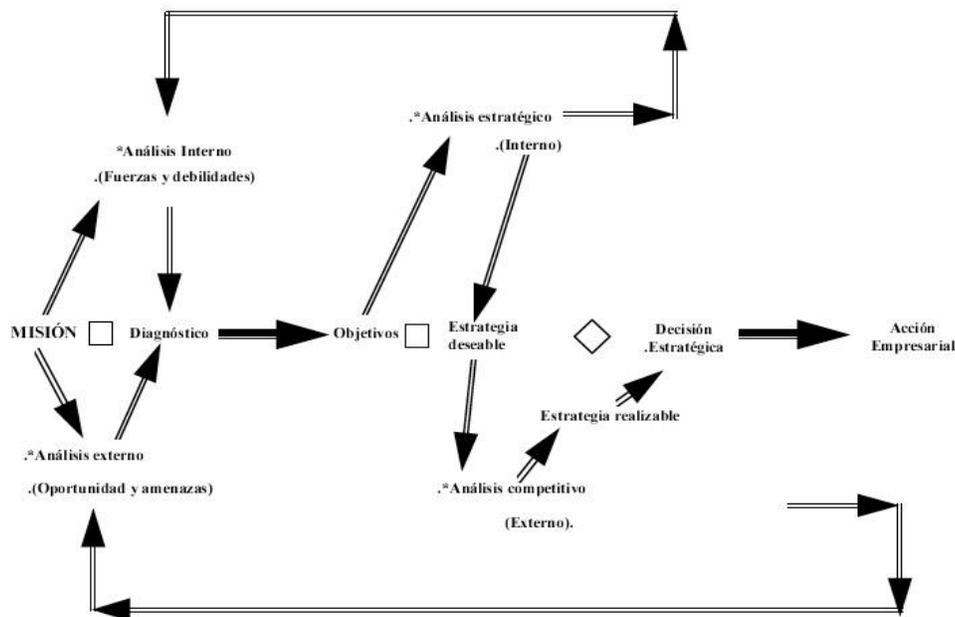
Este modelo consta de tres partes principales:

- a) Formulación de estrategias.
- b) Ejecución de estrategia.
- c) Evaluación de estrategias.

David (2008), propone que para poder formular una planeación correcta se requiere identificar la misión como la tiene la empresa, sus objetivos y estrategias, todo esto antes de iniciar el proceso de planeación estratégica. Después propone realizar una auditoria interna para identificar debilidades y fortalezas, con esta información se fija la nueva misión de la compañía, con las auditorias mencionadas se obtienen los datos para elaborar las matrices MEF y MEF que conformaría la primer etapa.

Comenta que la segunda etapa hace referencia al marco analítico para la formulación de las estrategias, la cual está enfocada a la generación de estrategias factibles, las técnicas que propone son la FODA, PEEA y BCG. La tercera etapa es la fase de las decisiones formadas por una sola técnica que es la matriz cuantitativa de planeación estratégica (CPE), en esta matriz se utiliza información de la etapa 1 para evaluar las estrategias que se obtienen en la etapa 2 y afinarlas con la matriz del perfil competitivo (MPC), y con la PEEA (Posicionamiento Estratégico para la Evaluación de la Acción) además con la matriz interna y externa (MIE) permite llegar a la matriz de la gran estrategia (MGE). David (2008), aclara que no se puede perder de vista que los resultados se deben de utilizar aplicando el criterio de los conoedores de la planeación y de la empresa.

F. Modelo de planeación de Jean Paul Sallenave, el cual se muestra en la figura 2.10



Fuente: La gerencia integral. Jean Paul Sallenave Grupo editorial Norma, 1994.

Figura 2.10 Modelo de planeación de Jean Paul Sallenave.

Según Sallenave(1994), la planeación estratégica es el proceso que sigue el gerente integral para dirigir y controlar el futuro de su empresa. La planeación estratégica es el proceso por el cual los dirigentes ordenan sus objetivos y sus acciones en el tiempo. De hecho, el concepto de estrategia y el de planeación están ligados indisolublemente, pues tanto el uno como el otro designan una secuencia de acciones ordenadas en el tiempo, de manera tal que sea posible alcanzar uno o varios objetivos. En la mayoría de las empresas diversificadas y organizadas según una estructura divisional, la planificación estratégica se establece en tres niveles:

1.- A nivel de la empresa total ( corporate planning ).

- ¿Dónde invertir los recursos actuales de la empresa?
- ¿De dónde se podrán obtener los recursos futuros?
- ¿Cómo asegurar la supervivencia, el crecimiento y la rentabilidad.

La planeación estratégica a nivel de la empresa total contesta estas preguntas fundamentales sobre el presente y el futuro de la empresa.

2.- A nivel de división ( business planning ).

Una vez que se haya decidido en cuáles actividades la empresa debe invertir sus recursos, conviene determinar cómo se logrará el éxito en los sectores escogidos.

3.- A nivel funcional

Supongamos, en el caso de una estructura divisional, que el jefe de la división de calzado tiene a su cargo gerentes funcionales: gerente de marketing, gerente financiero, gerente de personal, de producción, de investigación, etc. Son ellos quienes finalmente se responsabilizarán de llevar a cabo el plan estratégico elaborado. Aunque el nivel funcional se presente como el tercer nivel de la planeación estratégica, corresponde al nivel crítico, pues la mejor estrategia puede sucumbir a las peores políticas.

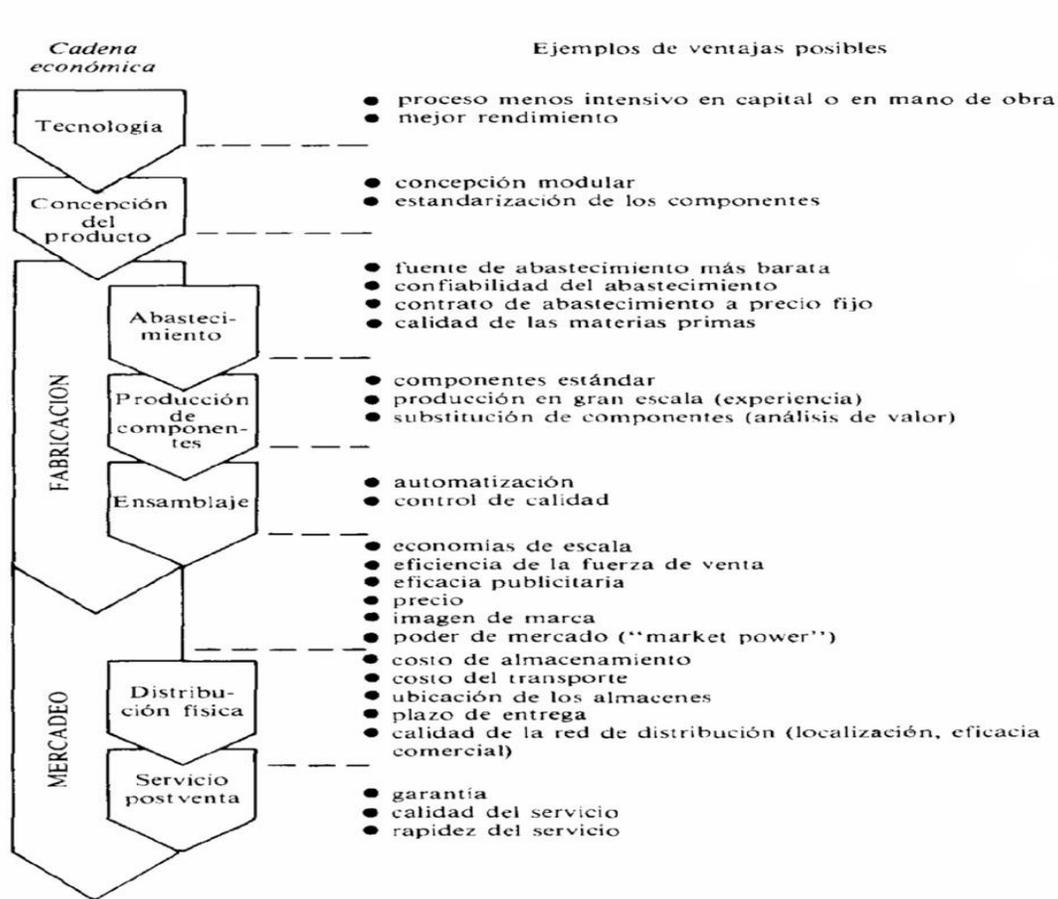
#### **2.6.4 La ventaja competitiva**

La ventaja competitiva está en el centro del desempeño de una empresa en los mercados competitivos, sin embargo muchas organizaciones perdieron de vista la ventaja competitiva en su lucha por el crecimiento y en persecución de la diversificación. Hoy la importancia de la

ventaja competitiva podría ser escasamente mayor. Las empresas en todo el mundo se enfrentan a un crecimiento más lento así como a sus competidores domésticos y globales que ya no actúan como si el pastel fuera lo suficientemente grande para todos. Según Porter (1990), la explotación de una ventaja competitiva es el fundamento de toda estrategia, efímera o durable, pero siempre otorga al estratega la ocasión de aprovechar la oportunidad y crear recursos adicionales en favor de la empresa abriendo una brecha entre ésta y sus competidores. Es esencial para el dirigente empresarial conocer las fuentes de ventajas competitivas y comprender los mecanismos por los que estas ventajas pueden multiplicarse. Una ventaja competitiva puede ser de dos índoles: estructural o funcional.

La ventaja estructural proviene del tamaño de la empresa, de su estructura financiera, de su organización e inclusive de las condiciones ambientales, sociales, políticas o económicas en las que ella opera. Así, una empresa puede tener una ventaja competitiva porque opera en un país con baja inflación, en un mercado protegido o bien con costos de los factores de producción más bajos que los de sus competidores. Por ejemplo, la localización geográfica de una cementera cerca de una zona de consumo dará una ventaja estructural importante sobre la competencia. Una ventaja estructural es un dato de la empresa, mientras que una ventaja funcional debe adquirirse. Un claro ejemplo de esto es: imagen de marca, avance tecnológico, eficacia del sistema de distribución.

Imaginemos la cadena de operaciones que conduce de la concepción de un producto a su consumo: se empieza por definir el producto y escoger una tecnología de fabricación para luego organizar la fabricación, distribuir y organizar el servicio postventa. Esta sucesión de etapas constituye la cadena económica propia a todo bien o servicio. Ninguna empresa posee una ventaja competitiva sobre la totalidad de la cadena económica, pero cada competidor se esfuerza en todo momento por obtener una ventaja decisiva en un eslabón de la cadena, y así, compensar las desventajas relativas en los demás eslabones, como se muestra en la figura 2.11



Fuente: Administración estratégica. Competitividad y globalización. Conceptos y casos. Thomson.

Figura 2.11 Cadena económica y posibles ventajas competitivas.

La aplicación de ventajas competitivas en varios eslabones de la cadena económica resulta una verdadera segmentación del mercado, cada empresa trata de conquistar un feudo y de protegerlo. Todo producto da lugar a una cadena económica. Además, en un sector industrial, todo producto pertenece a una cadena tecnológica, es decir, que es un elemento dentro de un conjunto de productos derivados de una misma familia tecnológica. Como ejemplo, la industria japonesa (un referente ineludible para cualquier economía) logro diversificar su producción no por haber seguido los esquemas tradicionales de la integración horizontal y

vertical, sino remontando sistemáticamente por la cadena tecnológica de la electrónica. Usaron una lógica tecnológica que produjo efectos de sinergia entre diferentes producciones.

Porter, en su libro “La ventaja competitiva de las naciones, 1990”, revela que algunos países, al parecer, cuentan con una cantidad desproporcionada de empresas exitosas en industrias concretas. Algunos ejemplos serían Estados Unidos, en entretenimiento; Italia en loseta de cerámica; Suecia, en caminos; Japón, en negocios bancarios; Suiza, en dulces, y Alemania, en autos. Porter atribuye estas diferencias a cuatro elementos decisivos: (1) existencia de fuerzas en ciertos campos técnicos estrechos; (2) gran demanda en el país de origen; (3) industrias relacionadas y de apoyo en el país de origen, y (4) rivales nacionales fuertes. La rivalidad local, por ejemplo, suele estimular el crecimiento de distribuidores y proveedores locales. Las organizaciones deben tratar de seguir estrategias que, de hecho, puedan permitir que la empresa capitalice las fuerzas relativas de distintos países.

Según Michael Porter, las estrategias permiten a las organizaciones obtener una ventaja competitiva por tres motivos: el liderazgo en costos, la diferenciación y el enfoque. Porter los llama “estrategias genéricas”. El liderazgo en costos gira en torno de la producción de productos estándar, a precios unitarios muy bajos, para consumidores que son sensibles a los precios. La diferenciación es una estrategia que busca la producción de productos y servicios que se consideran únicos en la industria y están dirigidos a consumidores que son relativamente insensibles a los precios. El enfoque significa producir productos y servicios que satisfacen las necesidades de grupos pequeños de consumidores. Las estrategias de Porter implican diferentes arreglos organizativos, procedimientos de control y sistemas de incentivos.

Las empresas grandes, con mayor acceso a recursos, suelen competir con base en un liderazgo en costos y/ o diferenciación, mientras que las empresas pequeñas suelen competir basadas en su enfoque. Porter subraya que los estrategas deben realizar análisis de costo-beneficio para evaluar si las unidades de negocios de una empresa, presentes o futuras, tienen “oportunidad de compartir”.

La posibilidad de compartir actividades y recursos aumenta la ventaja competitiva porque abate costos o aumenta la diferenciación. Porter, además de aconsejar que se comparta, subraya que las empresas deben ser muy buenas para “transferir” capacidades y experiencias entre las unidades autónomas de negocios, para así conseguir la ventaja competitiva. Diferentes estrategias, dependiendo de factores como el tipo de industria, el tamaño de la empresa y la naturaleza de la competencia, puede brindar ventaja en el liderazgo en costos, la diferenciación y el enfoque.

### **2.6.5 La tecnología como ventaja competitiva**

El cambio tecnológico es una de las principales vías para la competitividad. Juega un papel importante en el cambio estructural de los sectores industriales, así como la creación de nuevas industrias. Es también un gran catalizador para generar la ventaja competitiva aún de empresas bien afianzadas y empujando a otras hacia el desarrollo. Muchas de las grandes empresas de hoy se originan de los cambios tecnológicos que fueron capaces de explotar. Sin embargo, a pesar de su importancia, la relación entre el cambio tecnológico y la competitividad es ampliamente malentendido. El cambio tecnológico tiende a ser considerado valioso por sí mismo, cualquier modificación tecnológica que cualquier empresa pueda lograr primero que nadie se considera como buena.

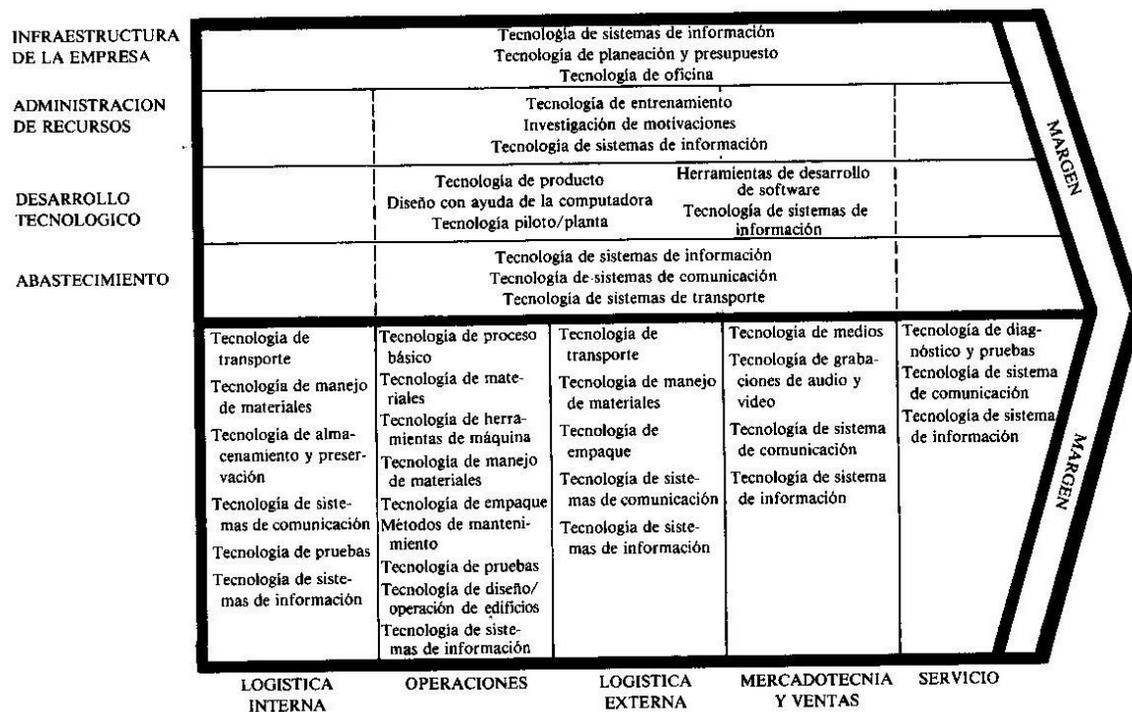
La competencia en los sectores industriales de "alta tecnología" es percibida ampliamente como un pasaje al lucro, mientras que otros sectores industriales que son de "baja tecnología" se ven con desprecio. El éxito reciente de las organizaciones extranjeras se basa en innovaciones tecnológicas, esto, ha alentado aún más a las compañías a invertir en tecnologías, en algunos casos en situaciones no críticas. El cambio tecnológico no es importante por sí mismo, pero es importante si afecta la ventaja competitiva y a la estructura del sector industrial. No todo el cambio tecnológico es estratégicamente benéfico; puede empeorar la posición competitiva de la empresa y lo atractivo del sector industrial.

La alta tecnología no garantiza utilidades. En realidad, muchos sectores industriales de "alta tecnología" son mucho menos lucrativos que sectores industriales de "baja tecnología", debido

a sus estructuras desfavorables. Sin embargo, la tecnología penetra la cadena de valor de una empresa y se extiende más allá de aquellas tecnologías asociadas directamente con el producto. El considerar a cualquier sector industrial tecnológicamente maduro, con frecuencia lleva al desastre estratégico. Además, muchas innovaciones que son importantes para la ventaja competitiva son mundanas y no incluye descubrimientos científicos. La innovación puede tener importantes implicaciones estratégicas para las compañías de tecnología alta y baja. Según Porter (1997),

“La importancia de una tecnología para la competencia no es función de su mérito científico o su prominencia del producto físico. Cualquiera de las tecnologías implicadas en una empresa puede tener un impacto importante en la competencia. Una tecnología es importante para la competencia si se afecta de manera significativa a la ventaja competitiva de la organización o a la estructura del sector industrial en donde se encuentre”.

La herramienta básica para comprender el papel que juega la tecnología en la ventaja competitiva es la cadena de valor. Una empresa, como una colección de actividades, es una colección de tecnologías. La tecnología está contenida en cada una de las actividades que generan valor en una organización, el cambio tecnológico puede afectar a la competencia a través de su impacto. La figura 2.12 ilustra el rango de tecnologías representadas típicamente en la cadena de valor de una organización.



Fuente: ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior. Michael Porter. Ed. Continental

Figura 2.12 Tecnologías representativas en la cadena de valor de una empresa.

Cada actividad de valor usa alguna tecnología para combinar los insumos comprados y los recursos humanos para poder producir alguna salida. Esta tecnología puede ser tan mundana como un simple conjunto de procedimientos para el personal e implica típicamente el desarrollo de varias disciplinas científicas o de sus tecnologías. Un ejemplo de esto puede ser el manejo de materiales usados en logística, esto puede implicar disciplinas que comuniquen el área industrial, electrónica y tecnología de materiales. La tecnología de una actividad de valor representa una combinación de estas tecnologías. Las tecnologías también están contenidas en los insumos comprados en cada actividad de valor, tanto en insumos consumidos como en bienes de capital.

La tecnología no sólo está contenida en actividades primarias sino también en las actividades

de apoyo. Varios tipos de tecnologías sostienen el desempeño de otras actividades de apoyo, incluyendo aquellas que son consideradas sin una base tecnológica. La administración de recursos humanos se basa en la investigación de motivaciones y tecnologías de entrenamiento. La infraestructura de la empresa implica un amplio rango de tecnologías que van desde equipo de oficina hasta la investigación legal y su planeación estratégica.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son particularmente penetrantes. Un sistema de información está implicado en el procesamiento de pedidos, administración de proveedores y programación de la fuerza de servicio. La tecnología de sistemas de información juega un papel importante en todos los eslabones, debido a que la coordinación y optimización de los eslabones requiere de un flujo de información entre todas sus actividades. El cambio tecnológico en los sistemas de información está teniendo un profundo impacto en la competencia y en la ventaja competitiva de las organizaciones, debido al papel penetrante de la información en la cadena de valor. Las tecnologías con que cuenta una organización son claramente interdependientes con las tecnologías de los compradores. Los puntos de contacto entre la cadena de valor de una empresa y la cadena de sus compradores definen las áreas de interdependencia de la tecnología. La tecnología de una empresa incluye en el producto y la tecnología que se utiliza en los procesos del comprador y viceversa.

La tecnología afecta de forma directa a la ventaja competitiva ya que desarrolla un papel importante que determina la posición con relación al costo. Ya que la tecnología está contenida en cada actividad de valor e inmersa en el logro de los eslabones de todas las actividades, tiene un poderoso efecto tanto en el costo como en la diferenciación. El desarrollo tecnológico puede aumentar o disminuir las economías de escala, hacer posibles las interrelaciones donde no lo eran antes y crear ventajas en tiempos e influenciar en el costo por la exclusividad. La tecnología es también un importante determinante en el sector industrial.

El cambio tecnológico que se difunde puede afectar a cada una de las cinco fuerzas competitivas y mejorar el sector industrial. Aún así, si la tecnología no proporciona una ventaja competitiva a la organización, puede afectar la ganancia potencial de todas las

empresas. Al revés del cambio tecnológico que mejora la ventaja competitiva de una organización pero que puede empeorar a la estructura cuando se imita. El efecto potencial del cambio tecnológico en el sector industrial significa que una organización no puede fijar la estrategia tecnológica sin considerar los impactos estructurales. La tecnología puede alterar la naturaleza y la rivalidad entre los competidores de varias maneras. Puede alterar dramáticamente la estructura de los costos y por tanto afectar las decisiones de precios. El papel de la tecnología en la diferenciación del producto y/o servicio es importante para la rivalidad. Ya que en algunos sectores industriales de distribución aumenta las barreras de salida.

El cambio tecnológico es importante en las fronteras del sector industrial. La estrategia tecnológica es el enfoque de una empresa para el desarrollo y uso de la tecnología. Aunque abarca el papel de investigación y desarrollo en las organizaciones formales, también debe ser más amplia por el penetrante impacto de la tecnología en la cadena de valor. El cambio tecnológico influye directamente en el sector industrial y en su ventaja competitiva, la estrategia tecnológica de una empresa se convierte en un ingrediente esencial en su estrategia competitiva general. La innovación es una de las principales formas de atacar a competidores bien desarrollados. La estrategia tecnológica es un elemento de la competitividad y debe de reforzarse de otras actividades de valor. Una estrategia tecnológica bien diseñada puede lograr la diferenciación en el desempeño del producto, la estrategia tecnológica debe tratar tres aspectos:

- 1) Que tecnologías debe desarrollar.
- 2) Buscar o no el liderazgo tecnológico en esas tecnologías.
- 3) El papel de licencias de tecnología.

Las elecciones en cada área deben estar basadas en cómo la estrategia tecnológica puede aumentar la ventaja competitiva de una organización. Las tecnologías que se deben desarrollar son aquellas que contribuirán al máximo en la estrategia de la organización. La estrategia tecnológica es una herramienta potencialmente poderosa. Es importante que la estrategia tecnológica de la organización se expanda más allá de investigaciones del desarrollo del

producto o del servicio. Al escoger entre las tecnologías sobre las cuales se va invertir, una empresa debe basar su decisión en un profundo conocimiento de cada tecnología y no en simples indicadores que se generan cotidianamente. Las tecnologías a desarrollar no deben estar limitadas a aquellas pocas en las que hay oportunidades para mayores descubrimientos.

El cambio tecnológico es un elemento poderoso en la competitividad, el pronosticar la ruta de la evolución tecnológica es extremadamente importante para permitir que una empresa se anticipe a los cambios tecnológicos y por lo mismo mejore su situación. La evolución tecnológica de un sector industrial es el resultado de la interacción de varias fuerzas:

- Cambios de escala. Al aumentar la escala de la organización y el sector industrial al que pertenece, las nuevas tecnologías de producto y proceso pueden llegar a ser factibles.
- Aprendizaje. Las empresas aprenden sobre diseños de productos y como desempeñar varias actividades de valor con el tiempo con cambios resultantes en las tecnologías empleadas.
- Reducción de incertidumbre e imitación. Existan presiones naturales para la estandarización cuando las empresas aprende es lo que los compradores quieren y quieren imitarse entre sí.
- Difusión de tecnología. La tecnología se difunde a través de una variedad de mecanismos.
- Retornos disminuidos para la innovación tecnológica en las actividades de valor. Las tecnologías podrán alcanzar límites más allá de la cual mayores mejorías resultan difíciles.

## **2.7 Inteligencia organizacional**

En el contexto actual de las organizaciones, así como en la literatura especializada se observa un incremento de prácticas o experiencias asociadas a la inteligencia organizacional. En la última década es imposible que las organizaciones puedan sobrevivir por el simple hecho de encontrarse en el entorno de empresas competidoras de su mismo ramo. Y menos por utilizar prácticas y herramientas tradicionales; la empresa que trabaje más rápido y más duro no será

la que permanezca en el gusto de los clientes. De acuerdo a Cubillo(1991), uno de los elementos esenciales para el éxito empresarial lo constituye el desarrollo de una capacidad de percepción de los factores del ambiente externo, es decir, el desarrollo de mecanismos que permitan detectar y evaluar, con anticipación, oportunidades y amenazas para la empresa; esto incluye la capacidad para dar respuestas a interrogantes tales como: ¿qué están haciendo los competidores y qué son capaces de hacer?; ¿cuáles son las suposiciones o premisas bajo las cuales ellos operan?; ¿cuál es la probabilidad de nuevos desarrollos tecnológicos, nuevos productos y su impacto en el sector?; ¿cuáles son los nuevos mercados?, etcétera. Las organizaciones deben de generar una capacidad que les permita anticiparse a la probabilidad de los escenarios, la evolución de problemas y a sus soluciones asociadas.

El propósito general es reducir la incertidumbre y permitir que la empresa formule un conjunto de maniobras estratégicas ofensivas y defensivas, que le ayuden a mantener ventajas competitivas en un entorno altamente cambiante. A través de esta capacidad las organizaciones tendrán la capacidad de percibir los diferentes factores internos y externos que afecten directamente a la organización. Los factores del ambiente externo, son aquellos mecanismos que permitan detectar y evaluar, con anticipación, oportunidades y amenazas para la empresa; como cuestionarse ¿qué están haciendo los competidores? y ¿qué son capaces de hacer? Los factores internos como: el clima organizacional; la situación financiera y la capacidad de endeudamiento de la empresa los cuales determinan en gran medida, las debilidades y fortalezas de la empresa.

De ahí que las organizaciones busquen reducir la incertidumbre y formular un conjunto de estrategias ofensivas y defensivas, que les permita desarrollar y mantener ventajas competitivas en un entorno altamente cambiante. Ante esta situación se presenta a la inteligencia organizacional o empresarial, como la herramienta que sirve a las organizaciones a lograr dicho propósito. Es importante conocer el concepto que nos proponen algunos autores.

“La Inteligencia organizacional desde el punto de vista de su empleo es una herramienta gerencial cuya función es facilitarle a los administradores el cumplimiento

de los objetivos y la misión de sus organizaciones, mediante el análisis de la información relativa a su negocio y su entorno obtenida de modo ético. Desde el punto de vista operacional es un conjunto de metodologías, procedimientos y herramientas para la obtención, el procesamiento, el análisis y la diseminación de información, de modo que se facilite la orientación táctica, la toma de decisiones estratégicas y el desempeño de la organización” (Orozco, 2008).

De acuerdo con Peña (1992), es el proceso formalizado por medio del cual un grupo gerencial evalúa la evolución de un sector industrial, las capacidades y el comportamiento de los competidores actuales y potenciales, a fin de mantener o desarrollar una ventaja competitiva. Arano & Asteggianti (1999), refieren que es el proceso a través del cual una sociedad u organización adquiere información en su sentido más amplio, la procesa, la evalúa, la almacena y utiliza para la acción.

Involucra un proceso estratégico, y en la actualidad es un recurso de supervivencia ante una sociedad globalizada, donde la inmediatez de las comunicaciones acorta las distancias físicas pero no salva las distancias de desarrollo. Las organizaciones son el reflejo del ser humano ya que al igual que las personas, se equivocan en la detección de los cambios aparecidos en el entorno, en como responder a las demandas de sus clientes y de sus proveedores. Existen organizaciones que muestran cualidades que se observa a simple vista en las personas inteligentes como: curiosidad receptiva y la habilidad para aprender rápidamente. Para que las organizaciones puedan aplicar la inteligencia organizacional es necesario considerar algunos recursos, entre ellos:

- Personal preparado en el análisis y gestión de información, con conocimiento de los temas de interés de su organización.
- Uso y desarrollo de tecnologías de información para el procesamiento eficiente de la misma.
- Una clara noción de la gestión de información en función de los intereses de la organización.
- Acceso a variadas fuentes de información.

- Contacto con personal especializado en el entorno informativo de la empresa, tanto local, nacional o internacional.

Los principales productos de la inteligencia organizacional pueden ser el superar las capacidades de producción de los competidores, generar planes de desarrollo de nuevos productos, crear fuentes de nuevas tecnologías, generación de patentes (I+D), planeación estratégica, identificación de debilidades propias en el tema de investigación/desarrollo y tecnología, identificación de oportunidades comerciales o tecnológicas, perfiles según sea la necesidad de la organización. La Inteligencia organizacional requiere que sus trabajadores tengan y cultiven un nuevo enfoque y una cultura con la que deben contar las organizaciones para el manejo y uso de la información. De ahí la necesidad que la organización funja como una formadora del “trabajador del conocimiento”. En el proceso para el desarrollo de la inteligencia organizacional resulta importante contar con información que sea confiable y veraz que servirá como entrada para el desarrollo de los procesos. De acuerdo con Sosa y Cobo (2004), se requiere asegurar que el proceso de inteligencia empresarial con las capacidades tecnológicas necesarias y los especialistas que tengan las habilidades y el tiempo requeridos para realizar esta función.

Para organizar el proceso de obtención y procesamiento de información se utiliza como herramienta básica destinada a apoyar las decisiones de los niveles estratégicos y tácticos de una organización, las etapas que se contemplan para que se lleve a cabo el proceso de inteligencia son las siguientes:

- Diagnóstico, en esta etapa se determina cuáles son las necesidades de información.
- Planeamiento, en esta etapa se planifica los procesos que se deben efectuar.
- Recolección, se lleva a cabo el almacenamiento de la información en bases de datos.
- Análisis, se lleva a cabo la evaluación y análisis de la información.
- Diseminación, se lleva a cabo la distribución organizada y coherente de los resultados.
- Actualización, se lleva a cabo la evaluación de resultados y readecuación del sistema.

De acuerdo con Peña (1992), la generación de inteligencia puede ser vista como un proceso que se inicia con la determinación de necesidades de información de la empresa, el

establecimiento del objetivo general del programa, la recolección de información, análisis e interpretación de la misma y la diseminación a los públicos adecuados.

### **2.7.1 El papel de las tecnologías de la información en la inteligencia organizacional**

Cuando se habla de que la inteligencia organizacional, es la capacidad para reunir, analizar y diseminar información no solo interna sino también sobre el mercado que rodea a la organización(externa), esto no sería posible sin el uso de las tecnologías de la información y comunicación, ya que se requiere de redes locales, metropolitanas y de internet que garanticen el flujo de información de la institución así como las bases de datos, técnicas y herramientas para el manejo y el análisis de los datos disponibles. De igual forma contar con acceso libre a internet, que permita el acceso a esa enorme fuente de información que posibilite la realización de búsquedas a bajo costo y de la comunicación interpersonal y grupal.

Ante esta situación, han existido grandes avances en tres tecnologías de información que son la base para la explotación de la información y pieza fundamental en la inteligencia organizacional, las cuales se mencionan sus conceptos a continuación:

- Minería de datos (Data Mining).
- Minería Web (Web Mining).
- Minería textual (Text Mining ).

De acuerdo con Estivill-Castro (1997), la minería de datos es el análisis de archivos y bitácoras de transacciones con el fin de descubrir patrones, relaciones, reglas, asociaciones o incluso excepciones que sean útiles para la toma de decisiones. De acuerdo con Vicente (2002), la minería web se refiere al proceso de descubrir la información o conocimiento potencialmente útil y previamente desconocido a partir de datos web en la red, en cuanto a información, no hay estándares, no es estructurada y es heterogénea. Crece y cambia muy rápidamente, y esto hace necesario disponer de un mejor descubrimiento de recursos y de la extracción de conocimiento.

Conforme a Marín et. Al (2003), la minería textual es una herramienta para analizar elementos de texto con el fin de identificar, deducir y ampliar conocimiento a partir de cualquier

organización de documentos (documentos electrónicos, bases de datos, etc.), puede entender semánticamente el contenido de uno o más documentos y crea un catálogo de los temas tratados. En la práctica, se podría considerar una extensión del tipo de web mining de contenidos. Su objetivo es generar la categorización de texto, el procesamiento en lenguaje natural, la extracción y recuperación de información o el aprendizaje automático.

A partir de estas consideraciones mencionadas con anterioridad, se entiende que lo que se busca con la aplicación de ellos es el lograr una organización de procesos de alto rendimiento, es decir: el conjunto de actuaciones, actividades y tareas que se deben de realizar en una organización, para que se pueda garantizar que los recursos y actividades que transformaran a los elementos de entrada y salida estén orientados a generar valor agregado para satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios, mediante la utilización efectiva de la información y los recursos generadores de conocimiento.

Resulta sin dudas una tarea difícil de materializar, pero es a través de las sucesivas iteraciones, que se cumplirá con este objetivo. Choo (2001), resalta la necesidad de que en la actividad organizacional se modelen aspectos como el lenguaje, las herramientas y los roles, porque “la inteligencia está ligada con la acción individual y colectiva, acción que activa recursos mentales, materiales y sociales”.

Por su parte Basnuevo (2007), señala que “lo más importante es la manera en que cada acción del proceso (gestión) debe generar conocimientos e inteligencia individual, grupal u organizacional (calidades) en una organización”. En este sentido, es importante dejar claro que existe la necesidad de dirigir el proceso de aplicación de la inteligencia organizacional como función interna, el cual tiene dos vertientes importantes, una de ellas es lograr la aplicación de la inteligencia empresarial y la otra, gestionar la inteligencia organizacional. Ello está determinado por el rol que se asigne en la planeación y gestión organizacional a su desarrollo, mediante acciones puntuales dirigidas al cambio en la cultura organizacional. Por ultimo, es necesario que cada organización genere indicadores para evaluar el desarrollo y aplicación de la inteligencia organizacional, en sentido general son imprescindibles para garantizar el proceso de retroalimentación en su aplicación sistemática. Sobre ello debe

destacarse que estos se definen más a partir de aspectos cualitativos inherentes a las características de la información y los pasos para la obtención de la misma. Algunos autores, proponen indicadores para evaluar el resultado de las acciones o el hecho mismo de su aplicación, al respecto plantean que es sumamente conveniente realizar una auditoría de información antes de acometer la tarea en las organizaciones.

## 2.8 Sector de alta tecnología

La llamada alta tecnología está expandiéndose incluso a las industrias básicas, de ahí que surjan una serie de cuestionamientos: ¿Qué es alta tecnología? ¿Qué es una industria que produce tecnología? ¿Es un sector industrial que hace el uso intensivo de tecnología? Para dar respuesta a estas preguntas se debe partir de la definición elemental de qué debe entenderse por tecnología. La tecnología de productos cubre tanto las ideas incorporadas en el producto como los componentes que lo constituyen.

La tecnología en un proceso que abarca las ideas implicadas en la fabricación de un producto (Mohr, 2005). Además comenta que la alta tecnología es todo aquello involucrado con el diseño, desarrollo e introducción de productos nuevos y procesos de fabricación innovadores a través del uso sistemático del conocimiento científico y técnico. Las empresas de base tecnológica se han definido como entidades que tratan de desarrollar y explotar comercialmente una innovación tecnológica que implica una elevada incertidumbre (Storey & Tether, 1998). En el año 2001, la OCDE presentó una clasificación basada en aspectos relacionados con investigación y desarrollo, como se muestra en la tabla 2.3

Tabla 2.3 Clasificación de sectores según OCDE (periodo 2001-07).

---

| <b>Alta tecnología</b>   |
|--|
| 1. Fabricación de aeronaves y naves especiales                             |
| 2. Fabricación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática        |
| 3. Fabricación de equipo de aparatos de radio, televisión y comunicaciones |
| 4. Industria farmacéutica  |
| 5. Fabricación de instrumentos médicos, ópticos y de precisión             |

---

#### **Media-alta tecnología**

1. Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques
2. Fabricación de sustancias y productos químicos
3. Fabricación de maquinaria y equipo mecánico
4. Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos
5. Fabricación de material ferroviario y otro material de transporte

#### **Media-baja tecnología**

1. Fabricación de otros productos minerales no metálicos
2. Productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
3. Construcción y reparación de buques y otras embarcaciones
4. Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
5. Fabricación de metales comunes
6. Fabricación de productos de caucho y plástico

#### **Baja tecnología**

1. Fabricación de papel y productos de papel, actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones
2. Elaboración de productos alimenticios, bebidas y de productos de tabaco
3. Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles, fabricación de artículos de paja y materiales trenzables
4. Fabricación de productos flexibles, curtido y adobo de cuero, fabricación de maletas, bolsos de mano, artículos de talabartería y calzado
5. Fabricación de muebles, industrias manufactureras y reciclaje

Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España (INE, 2002b)

El interés por el fenómeno de las empresas de base tecnológica está muy relacionado con los casos de empresas de éxito que han experimentado crecimientos espectaculares de su empleo durante las décadas de los setenta y ochenta. Estos casos han sido sobre todo frecuentes en EEUU, dando lugar a nuevas industrias o a importantes cambios en la estructura de otras ya existentes. La electrónica, los sectores relacionados con las tecnologías de la información y las comunicaciones, los servicios relacionados con actividades informáticas y con la I+D son actividades en las que se han desarrollado este tipo de empresas. Hay que añadir que el número de casos de éxito ha sido en Europa mucho más bajo que en EEUU. Se considera que el término I+D interna engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para

adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico. Por último, el desarrollo tecnológico consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

### **2.8.1 El sector de las tecnologías de la información como un sector de alta tecnología**

De forma asertiva y paulatina, en un proceso iniciado hace ya varias décadas atrás, la importancia de la información en las organizaciones ha pasado de ser un elemento básico para la toma de decisiones y el desempeño de las funciones directivas, a uno realmente importante, convirtiéndose en un instrumento influyente de la estrategia empresarial. Esta evolución es consecuencia de una transformación muy compleja en la que intervienen múltiples fuerzas, desde la dinámica de la competencia, la globalización de los mercados, la evolución en los valores sociales, los cambios en la estructura política hasta los propios avances tecnológicos en el terreno de la informática y de las comunicaciones.

En ésta dinámica de cambio, las empresas y organizaciones de todo tipo se ven obligadas a redefinir los fundamentos de su negocio y la forma de abordarlo, en la búsqueda de nuevas soluciones que les permita sobrevivir y prosperar. Así, se ven inmersas en procesos de formación de alianzas, al tiempo que se desprenden de actividades de su negocio básico (core-business) mediante la subcontratación. Además, la dinámica de la competencia y la búsqueda de oportunidades de mercado les obligan a identificar sus competencias básicas y explotarlas mediante fórmulas creativas que incluso, llevan a la redefinición de su estrategia empresarial, su mercado objetivo y las formas de llegar a él. Así, poco a poco, la información se ha convertido en el flujo vital que precisan las empresas y organizaciones para organizarse y funcionar de manera eficiente y competitiva en un escenario siempre cambiante.

Como se ha señalado, los sistemas de información responden a necesidades de información

que manifiestan las empresas y organizaciones de todo tipo, mediante el uso de tecnologías disponibles. De aquí que surge el concepto de tecnologías de la información. Las tecnologías de la información son aquellas soluciones avanzadas aportadas por la industria informática y de las comunicaciones que de forma integral o independiente, afectan el diseño y la prestación de los sistemas de información, incrementando así su valor. Las tecnologías de la información están integradas por un conjunto de componentes informáticos y de comunicaciones que actúan de forma integrada reduciendo el costo de almacenamiento, simplificando los procedimientos y la distribución de la información, afectando así la gestión de los recursos y produciendo cambios en la organización y en su orientación al mercado.

En lo que respecta a las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) como sector industrial (originado por la convergencia tecnológica entre las áreas de Informática, Telecomunicaciones y la Electrónica), éste ha sido señalado como el principal motor de crecimiento económico en los países desarrollados, en los últimos años. Este sector se ha reconocido en diversas fuentes como un sector intensivo en Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) ya que las industrias y servicios de las TIC presentan resultados superiores a los de la media de la industria en general (Rojo, 2003).

El sector de las TIC's esta compuesto por sub-sectores de acuerdo a la clasificación hecha por la OCDE como de "Alta Tecnología" que requieren un continuo esfuerzo en investigación y una sólida base tecnológica. No sólo se trata de un sector con importancia estratégica para la competitividad de todos los sectores industriales, ya que posibilita el aumento de la productividad gracias a una explotación más eficiente de los factores de producción, sino que también relaciona tecnologías de gran impacto social (tecnologías horizontales<sup>3</sup>).

La relevancia política del sector se ha reflejado, por un lado, en su inclusión como objetivo de desarrollo dentro de los planes de investigación a todos los niveles como área científico-tecnológica prioritaria y por otro se ha incluido en los principales informes internacionales sobre indicadores de Ciencia y Tecnología en los últimos años. Como se comentó en apartados

---

<sup>3</sup> Tecnología horizontal: común a más de un sector, aplicable a distintos sectores económicos.

anteriores, el sector de las TIC's abarca de forma general todas aquellas tecnologías que se aplican en los procesos de generación, procesamiento, almacenamiento, transmisión y reproducción de información, y en los procesos de comunicación de cualquier índole. Estas tecnologías abarcan desde las infraestructuras, materiales de redes y equipamientos, los programas y sistemas informáticos, hasta la modelación y métodos de procesamiento y representación de datos (Scheel, 2004).

Ahora bien, dado que la industria del software forma parte de las TIC's, constituye un sector que puede ser considerado como de alta tecnología. Pese a las dificultades que pueda generar la definición de alta tecnología, es posible sintetizar ciertos comportamientos propios de las empresas que trabajan en este sector y de los mercados en los que operan y que condicionan su actividad (Santos, 2000). En los mercados de alta tecnología los costos asociados a un fracaso son mayores que en otros sectores más maduros, puesto que no suele haber margen de tiempo para corregirlos. Los mercados a los que nos referimos son, por tanto, muy dinámicos y la tecnología juega un papel preponderante ya que es su evolución y transformación la que subyace como fuerza impulsora en los movimientos que se producen (Santos, 2000).

Además, el desarrollo de la tecnología se apoya en principios lógicos, pero en los mercados la situación competitiva está sometida a múltiples cambios y las preferencias de los clientes son muy cambiantes. La formación técnica de los directivos de las empresas de alta tecnología hace muy difícil aceptar la incertidumbre del entorno y ese factor incide directamente en la ausencia de predisposición para desarrollar una óptima planificación estratégica. La orientación tecnológica se ve impulsada por la necesidad de seguir la evolución imparable de las nuevas tecnologías. Parece claro, por tanto, que en las empresas de alta tecnología existen mayores dificultades para conseguir que se orienten al mercado y evitar un exceso de orientación tecnológica (Workman, 1998).

### **2.8.2 Innovación tecnológica**

No hay duda que la asimilación y generación de innovaciones es uno de los factores que más significativamente ha contribuido a la introducción del cambio en las organizaciones en la

actualidad y por ende al mantenimiento de su competitividad. Los nuevos productos ayudan tanto a mantener la cuota de mercado de una empresa como a incrementar los beneficios en esos mismos mercados. Incluso en los mercados más maduros y estables, el crecimiento en ventas no proviene sólo del mantenimiento de unos precios bajos, sino también de factores tan variados como diseño, calidad o adaptación del producto a características específicas de los clientes.

Las organizaciones incorporan la innovación de formas muy diversas, pudiendo hacerlo para obtener una mayor calidad en sus productos o servicios, disminuir costos, ofrecer una mayor gama de productos o servicios, o ser más rápidas en su introducción en el mercado. Como consecuencia de esto las organizaciones están enfocadas a fomentar una capacidad de innovación, ya que las organizaciones que incorporan la innovación a sus procesos adoptan una actitud abierta a cambio se posicionan mejor en el mercado. Posiblemente una de las mayores dificultades con las que se ha encontrado la literatura económica y de marketing es la de ofrecer una definición precisa sobre innovación. El concepto de innovación es complejo, y la dificultad de su aprehensión reside en su carácter abstracto y multidimensional (Scarone, 2005). En la tabla 2.4 se presentan algunas definiciones de Innovación.

Tabla 2.4 Definiciones de Innovación.

---

Schumpeter -1939- Estudia el proceso como un todo, y es quien introduce el concepto de innovación en el ámbito económico (Benavides, 1998). Schumpeter estudió el papel de la innovación en la generación de riqueza y en la competitividad. Para él, las firmas más competitivas son aquellas que pueden introducir permanentemente innovaciones organizacionales y técnicas.

Pavón y Goodman -1981- “Innovación es el conjunto de actividades inscritas en un determinado periodo de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización.”

Piatier -1987- “La innovación es una idea transformada en algo vendido o usado.”

Porter -1990- Relaciona la innovación con la competitividad.

Tushman -2004- Analiza la innovación como un proceso de información.

En el Manual de Oslo -2006- “La implementación de un producto nuevo o perceptiblemente mejorado (producto o servicio), o proceso, un nuevo método de marketing, o un nuevo método de organización en prácticas de negocio, la organización del lugar de trabajo o relaciones exteriores.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

De acuerdo al Manual de Oslo el requisito mínimo para considerar algo como una innovación es que el producto, proceso, método de comercialización u organizacional debe ser nuevo o significativamente mejorado para la empresa. Esto incluye los productos, procesos y métodos que la empresa sea la primera en desarrollar y aquellos que hayan sido adoptados por otras empresas.

### **2.8.3 La innovación tecnológica en la organización**

Una realidad en la actualidad es que una empresa que no se decida a innovar, que no introduzca nuevos productos y/o servicios está condenada a desaparecer. Esto sucede cuando sus competidores ganan mercado por medio de innovaciones de productos u ofreciendo más barato sus servicios por haber aplicado innovaciones en sus procesos. Por eso, si una empresa quiere sobrevivir debe afrontar la innovación, más allá de las incertidumbres que ésta trae. Aunque no logre ser un innovador “ofensivo”, puede ser un innovador “defensivo” o “imitador”. Los cambios que se dan en el mercado o en la tecnología, más los avances de sus propios competidores la obligan a participar y seguir en la carrera de alguna manera. (Freeman, 1990 citado en (Formichela, 2005)).

Los principales marcos conceptuales que más han contribuido al estudio de la innovación tecnológica en las últimas décadas se han generado en el seno de la economía y de la dirección de empresas. En el primer caso los trabajos hacen referencia a un conjunto de temas que comprenden la invención, la innovación, la transferencia y la transmisión de tecnología, así como sus impactos. En el caso de la administración de empresas, los análisis enmarcados en la misma han abordado el estudio de la innovación tecnológica en un sentido más estricto, buscando la modelización de este proceso en el interior de la empresa, y se han desarrollado fundamentalmente desde el campo de la dirección estratégica (Flor-Peris, 2001).

Las actividades de innovación son las acciones y gastos llevados a cabo por una empresa con la finalidad de generar o introducir cambios, adelantos o mejoras que afectan positivamente en el desempeño. Las actividades de innovación en general pueden clasificarse en varios tipos:

investigación y desarrollo interno, investigación y desarrollo externo, bienes de capital, hardware, software, transferencia de tecnología y consultorías, diseño, gestión y capacitación (Scarone, 2005). La realidad demuestra que sólo una proporción de las actividades de innovación resultan en innovaciones reales.

Esto se debe, por un lado, a que parte de la investigación básica y tecnológica no puede cargarse en proyectos específicos de innovación y por otro lado, no obtienen éxito en su intento. De allí, entonces, que se debe de entender por empresa innovadora a aquella cuyas actividades de innovación deriven de manera efectiva en resultados concretos, esto es, que estén en el mercado ya sea innovaciones en producto, procesos, organización o comercialización. La tabla 2.5 muestra la clasificación de los tipos de innovación empresarial.

Tabla 2.5 Clasificación de las Innovaciones.

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Innovación tecnológica en producto | Es la introducción al mercado de un producto tecnológicamente nuevo (cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren significativamente de los correspondientes a productos anteriores de la empresa) o significativamente mejorado (previamente existente cuyo desempeño ha sido perfeccionado o mejorado en gran medida).                           |
| Innovación tecnológica en proceso  | Es la adopción de métodos de producción nuevos o significativamente mejorados. Puede tener por objetivo producir o entregar productos tecnológicamente nuevos o mejorados, que no puedan producirse ni entregarse utilizando métodos de producción convencionales, o bien aumentar fundamentalmente la eficiencia de producción o entrega de productos existentes. |
| Innovación en organización         | Es la introducción de cambios en las formas de organización y gestión del establecimiento o local; cambios en la organización y administración del proceso productivo, incorporación de estructuras organizativas modificadas significativamente e implementación de orientaciones estratégicas nuevas o sustancialmente modificadas.                              |
| Innovación en comercialización     | Es la introducción de métodos para la comercialización de productos nuevos, de nuevos métodos de entrega de productos preexistentes o de cambios en el empaque y/o embalaje.   |

Fuente: Ministerio de Educación y Cultura, Dirección Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Uruguay (2003). Citado en (Scarone, 2005)

Es posible distinguir a su vez, dos grandes grupos de empresas de acuerdo con la clasificación anterior (Scarone, 2005):

- Aquellas que realizan innovaciones en tecnología de productos y/o procesos, a las que se les denomina empresas innovadoras tecnológicas.
- El resto de las empresas, que se pueden denominar empresas innovadoras no tecnológicas. Estas comprenden a las empresas innovadoras que lo hacen en organización y/o comercialización. El objetivo de este tipo de empresas es realizar un abordaje de las innovaciones con énfasis mercadológico.

Elaborar un listado de factores que favorecen la innovación sería una tarea difícil, ya que la lista puede ser tan extensa como la cantidad de autores y trabajos de investigación relacionados con el tema. Es por eso que aquí se presentan sólo algunos de ellos. En el ámbito empresarial existen factores que facilitan su capacidad para innovar y para cooperar con otros actores, pero no todas las empresas están igualmente preparadas, ni dispuestas a innovar y cooperar. Por ejemplo, algunos factores que facilitan que las empresas cooperen con universidades son: tamaño (número de empleados y nivel de facturación), sector de actividad, capacitación del recurso humano y la actitud ante la innovación.

Los anteriores aspectos condicionan los recursos que se dedican a la innovación (humanos y materiales), los resultados obtenidos, su capacidad para colaborar con otros agentes del sistema, entre otros aspectos. Quizá la aportación más importante relacionada con los factores que favorecen la innovación es la de, para quien el éxito de la innovación dependía de (Benavides, 1998):

- Una intensa I+D profesional dentro de la empresa
- Realización de investigación básica o estrecha conexión con quienes llevan a cabo tal investigación
- El uso de patentes para asegurarse protección legal y poder negociador con los competidores
- Tamaño suficientemente grande para financiar gastos bastante elevados en I+D durante largos periodos
- Plazos de decisión más cortos que los competidores

- Inclinación a asumir fuertes riesgos
- Rápida e imaginativa identificación de un mercado potencial
- Cuidadosa atención al mercado potencial y considerables esfuerzos para captar, educar y ayudar a los usuarios
- Esfuerzo empresarial para coordinar la I+D, la producción y la comercialización
- Buenas comunicaciones con el mundo exterior, así como con los clientes
- Orientación de mercado
- Coherencia con los objetivos de la empresa a largo plazo
- Eficacia del sistema de selección y valoración de proyectos
- Generación de ideas creativas
- Organización abierta a la innovación
- Dedicación por parte de una o varias personas

Quizá uno de los estudios más exhaustivos sobre la relación entre redes empresariales e innovación es el efectuado por Luke Pittaway et ál. (Pittaway, 2004a; Pittaway, 2004b). Este es un trabajo sistemático de análisis de la literatura relacionada con el tema.

En él se analizaron un total de 628 estudios, que dieron lugar a 332 artículos identificados como los más relevantes de la bibliografía resultante. El análisis se apoyó en la clasificación mostrada en la tabla 2.6, que cataloga el desarrollo de software dentro de la industria de alta tecnología.

Tabla 2.6 Clasificación industrial de diversas empresas.

| <b>Industrias Primarias</b> | <b>Industrias de alta tecnología</b> |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| <b>Energía</b>              | <b>Industria química</b>             |
| <b>Agricultura</b>          | <b>Plásticos</b>                     |
| <b>Petróleo y gas</b>       | <b>Petroquímica</b>                  |
| <b>Industria</b>            |                                      |

| <b>manufacturera</b>  | <b>Enzimas</b>  |
|---|---|
| <b>Industria de componentes automotrices</b><br><b>Industria cerámica</b> <b>Industria de ingeniería mecánica</b><br><b>Industria de equipamiento médico</b> <b>Industria del vestido</b><br><b>Industria de maquinaria de embalaje</b> | <b>Industria de la defensa</b><br><b>Electrónica (y relacionados)</b><br><b>Software</b><br><b>Semiconductores</b><br><b>Robótica</b><br><b>Automatización</b><br><b>Telecomunicaciones</b> |
| <b>Industria de servicios</b><br><b>Industria alimentaria</b><br><b>Industria de servicios financieros</b>  | <b>Industria farmacéutica</b><br><b>Biotechnología</b><br><b>Embrionica</b>   |

Fuente: (Pittaway, 2004b)

#### **2.8.4 La innovación en la industria del software**

Hay quienes incluso consideran la innovación como un arte, tal y como define la Cátedra de Innovación de la Universidad de Nebrija (Romeo, 2003):

“La innovación es el arte de convertir las ideas y el conocimiento en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado reconozca y valore. Convertir el conocimiento y las ideas en riqueza. Por lo tanto innovación no es añadir mayor sofisticación tecnológica a los productos, sino que estos se adapten mejor a las necesidades del mercado. Su concepto no comprende sólo tecnología sino que incluye: innovación tecnológica, innovación organizativa e innovación comercial. La Innovación es un proceso intensivo en conocimiento de: la tecnología, de la organización interna, de los recursos (técnicos, económicos, humanos) y del mercado”

En esta definición no se menciona que para que una innovación se produzca debe existir una adopción masiva por parte de los usuarios, sino que simplemente el mercado la reconozca y valore. Es importante hacer esta acotación porque el mercado del software es diferente al resto de mercado en diferentes aspectos. Por ejemplo, en otros mercados es posible que la simple calidad de un producto haga que su adopción sea masiva. Sin embargo, el mundo del software es diferente, ya que la penetración en un mercado está directamente relacionada con el efecto red (el producto gana más valor cuanto más usuarios lo tengan), la capacidad comercial de

distribución de la aplicación y a cuestiones de interoperabilidad (Romeo, 2003). Por otra parte, para alcanzar esa innovación es necesario un conocimiento extenso de cuatro elementos: (1) tecnología, (2) organización interna, (3) recursos y (4) el mercado. Tres de estos factores son manejados a priori de manera más óptima por el cliente potencial que por las empresas de software propietario. Es lógico que cualquier empresario, dirigente de un colectivo o asociación empresarial conozca mejor el mercado, la disponibilidad de recursos y la organización interna de las empresas que el propio fabricante de software (Romeo, 2003).

En el modelo del software propietario, la tecnología sólo es manejada por los fabricantes, por lo que sólo ellos pueden innovar en el proceso de producción. La innovación estará limitada a un grupo reducido de personas que trabajen en una empresa y que analizan las necesidades de un mercado. Nadie más tendrá la posibilidad de imaginar posibilidades tecnológicas de esta industria (Romeo, 2003). En el caso del software libre, éste permite que la innovación provenga del usuario, y no de la empresa de software propietario. Gracias a las tecnologías libres, cualquier organización que conoce sus necesidades puede adaptar software existente para su uso. La base tecnológica está disponible para ser implantada de una manera totalmente asequible por parte de todos y siempre en función de sus necesidades (Romeo, 2003).

Algunas de las aportaciones más recientes a la teoría evolutiva del crecimiento económico (Metcalf, 2003; Verspagen, 2000) ponen de manifiesto la importancia de analizar formalmente el crecimiento económico en un marco evolutivo multisectorial, considerando que el crecimiento agregado de la economía estimula con distinta intensidad las tasas de crecimiento sectorial dependiendo de la elasticidad renta de las distintas actividades productivas. Con el objeto de generalizar el análisis del crecimiento de la productividad en economías multisectoriales, es preciso hacer uso del concepto Sistema Sectorial de Innovación (SSI). El concepto SSI permite comprender el papel de la evolución interactiva de diversos factores tecnológicos y no tecnológicos en el crecimiento de la productividad de los distintos sectores que conforman un sistema económico nacional o regional e integra algunas de las aportaciones previas más relevantes sobre los sistemas de innovación.

Un sistema sectorial tiene una base de conocimiento, tecnologías, entradas (existentes y potenciales) y demanda. Los agentes que forman el sistema sectorial son organizaciones e individuos (ejemplo: consumidores, empresarios o científicos). Las organizaciones pueden ser firmas (ejemplo: universidades, instituciones financieras, agencias gubernamentales, sindicatos, o asociaciones técnicas), incluyendo sub-unidades de organizaciones más grandes (ejemplo: los departamentos de I + D o de producción) y grupos de organizaciones (ejemplo: asociaciones industriales). Los agentes son caracterizados por los procesos de aprendizaje específicos, capacidades, creencias, objetivos, estructuras de organización y los comportamientos. Interactúan recíprocamente con procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando, y sus interacciones son configuradas por instituciones (reglas y regulaciones). A través del tiempo los sistemas sectoriales existentes han experimentado procesos del cambio y de transformación con la co-evolución de sus varios elementos, y así los nuevos sistemas sectoriales puedan emerger.

### **2.8.5 Medición de la innovación tecnológica: el manual de Oslo**

Ha tomado ya un consenso generalizado el hecho que la conducta tecnológica de las empresas tiene importantes consecuencias tanto en sus competencias individuales, como en la elección de las estrategias de desarrollo de un país. La innovación tecnológica y la diferenciación de productos es el camino para que una economía pueda sostener un incremento sistemático y competitivo. Es por ello que los ejercicios orientados a analizar la conducta tecnológica de las empresas, medir sus esfuerzos innovadores y evaluar los resultados logrados, deben pensarse como herramientas de importancia estratégica para guiar las acciones públicas y privadas tendientes a mejorar el desempeño de las firmas en los mercados y a impulsar el desarrollo económico y social (Lugones, 2004).

Así es como el Manual de Oslo trata, desde su primera edición (1992) hasta la tercera edición (2006), de recoger un marco conceptual y metodológico para la recopilación e interpretación de indicadores y datos relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación. Este manual ha permitido la realización de mediciones basadas en conceptos estandarizados, lo que ha facilitado la comparación internacional de los distintos desempeños nacionales en la materia. Como indicadores del proceso de innovación se observan aquellos resultados que surgen de

cuestionarios, generados a partir de las sugerencias de los manuales de Oslo, se recabo información no sólo cuantitativa sino también cualitativa.

Esta última se refiere a las medidas públicas que apoyan la innovación, a la estrategia tecnológica practicada por las empresas (Scarone, 2005), por mencionar algunos se mencionan los siguientes:

- a) Pasar de un modelo lineal a uno interactivo. Ello implica la necesidad de medir los flujos de conocimiento y las relaciones entre los agentes del sistema.
- b) Concebir que las causas del éxito innovador no son únicas, sino que son función de actores, entradas (inputs) y situaciones. Ello obliga a desarrollar métodos de innovación que atiendan a las diferencias, no que las “alisen”, a diferencia del modelo de competencia perfecta en el que la innovación sólo era resultado del proceso de maximización.
- c) La concepción del proceso de innovación pasa a ser de carácter sistémico. Es decir, la empresa concebida como vinculada, relacionada con los distintos componentes y agentes del sistema.
- d) La creación de conocimiento se funda en un aprendizaje interactivo. Las interacciones que dan lugar a nuevo conocimiento se asientan en el conocimiento existente y se nutren de interacciones, tales como usuario–productor, de colaboración tecnológica y de la formación de los recursos humanos.
- e) Concebir el proceso de innovación como no aislado, implica reconocer también su repercusión sobre otras variables, en especial, la productividad
- f) Se superan las teorías incrementalistas de la innovación. Se supera la hipótesis de que la innovación es propia y exclusiva de sectores de alto contenido tecnológico y se admite que, aunque con matices e intensidades diferentes, se halla en todos los sectores y ramas de actividad.

De acuerdo al Manual de Oslo, la innovación tecnológica en productos y servicios, corresponde a métodos que cambien sustancialmente las acciones de la organización, la implementación de técnicas gerenciales avanzadas y la implementación de cambios (nuevos o substanciales) en la orientación corporativa de la organización. También se debe diferenciar de

otras variaciones en la producción y/o en los procesos, como los cambios que resulten insignificantes o no originales dentro de la organización, tales como: dejar de usar un proceso específico en la producción o mercadeo de un producto, la reposición simple de capital, los cambios puramente resultantes de modificaciones en los precios de los factores, la diferenciación de productos, o los resultantes de cambios.

La innovación en productos puede tomar dos formas:

- 1) Es un producto tecnológicamente nuevo, es decir, un producto cuyas características tecnológicas difieren significativamente de las correspondientes a los productos anteriores. Puede implicar tecnologías radicalmente nuevas o la combinación de tecnologías existentes con nuevos usos, así como también, derivarse del uso de un conocimiento nuevo.
- 2) Es un producto existente tecnológicamente mejorado. Esto se puede dar por el uso de componentes o materiales de mejor desempeño, o por un producto complejo compuesto de un conjunto de subsistemas técnicos integrados que pudo haber sido mejorado a través de cambios parciales en alguno de los subsistemas que lo conforman.

La innovación en procesos es la adopción de métodos tecnológicos nuevos o mejorados, incluyendo los métodos de distribución. Puede comprender, además, cambios en equipos, en la organización de la producción, o ser una combinación de los anteriores. También, derivarse del uso de un nuevo conocimiento. Estos métodos tecnológicos pueden ser aplicados para producir o despachar productos tecnológicamente mejorados, lo cual no sería posible usando métodos convencionales de producción o esencialmente, mejorando la producción o despacho de los productos ya existentes.

Las actividades de innovación abarcan todas las decisiones y desarrollos científicos, tecnológicos, organizacionales, financieros y comerciales que se llevan a cabo al interior de la empresa, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos. No todas las actividades de innovación resultan en innovaciones efectivas pero todas las innovaciones reales deben ser vistas como resultado del conjunto de las actividades innovadoras de la empresa. La adquisición y generación de conocimiento nuevo o relevante para cualquier organización

puede darse a través de:

- Desarrollo de investigación y experimentación: comprende el trabajo creativo que se emprende sobre una base sistemática con el fin de incrementar el acervo de conocimiento. La mayoría de las veces, la fase experimental más importante es la construcción y prueba de un prototipo, esto es, un modelo original que incluye todas las características y realizaciones técnicas de un nuevo producto o proceso.
- Adquisición de tecnología no incorporada y conocimiento: incluye la adquisición de tecnología externa en forma de patentes, inventos no patentados, licencias, divulgaciones de know-how, diseños, marcas de fábrica, patrones, como también, servicios de computación y otros servicios científicos y técnicos relacionados con la implementación de innovaciones, además de la adquisición de paquetes de software no clasificados en otra parte.
- Adquisición de tecnología incorporada: adquisición de maquinaria y equipo en procura de mejoras en el desempeño tecnológico de la firma, tanto en procesos como en productos.
- Otras formas de preparación para la producción:
  - Modernización de los equipos e ingeniería industrial: cambios en la producción y en los procesos de control de calidad, métodos y patrones y el software.
  - Diseño industrial: Planos y gráficos orientados a definir procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas necesarias para la producción de productos tecnológicamente nuevos y la implementación de nuevos procesos.
  - Otras adquisiciones de capital: Adquisición de edificios, o de maquinarias, herramientas y equipos (sin un mejoramiento del desempeño tecnológico) necesarios para la implementación de los productos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados.
  - Inicio de la producción: puede incluir modificaciones en productos o procesos, readaptación de personal en las nuevas técnicas o en el uso de nueva maquinaria.

### 2.8.6 Aplicación del manual de Oslo en México

En el año 2006, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México a través del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), realizó la Segunda Encuesta Nacional de Innovación en el sector manufacturero (CONACyT, 2006). El objetivo de esta encuesta fue presentar la situación que guarda la actividad innovadora en las empresas industriales y de servicios de México, considerada ésta como un fenómeno económico complejo que requiere de especial atención para su adecuada comprensión y fomento. La encuesta estuvo basada en la metodología descrita en el Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). Se aplicó a 16,398 empresas manufactureras para recolectar información del periodo 2004 - 2005.

Así, la selección de empresas se realizó siguiendo el método de muestreo aleatorio estratificado para cada rama de actividad económica (utilizando la clasificación de la OCDE), manteniendo la representatividad de personal ocupado e ingresos para cada rama. Cada una de ellas, se estratificó en 5 grupos por tamaño de empresa según número de empleados. Se utilizó la siguiente clasificación de empresas para el análisis e interpretación de los datos: a) 50 a 100; b) 101 a 250; c) 251 a 500; d) 501 a 750; e) 751 o más. Los principales resultados de la encuesta fueron:

- a) En el bienio 2004-2005 el 94.4% del total de las empresas manufactureras encuestadas reportaron haber trabajado en algún proyecto de innovación. Los sectores más dinámicos fueron: utilización de nuevos materiales con una tasa del 26.30% de las empresas, le siguieron la de nuevas tecnologías de producción con 16.96%, además de la del uso de tecnologías nuevas con el 16.05%. **La de nuevo software profesional con el 5.10%.**
- b) A mayor tamaño de empresa, mayor fue la proporción de empresas involucradas en la realización de proyectos de innovación. En este sentido, se observa que el 99.5% de las empresas de 751 empleados o más se habían involucrado en al menos un proyecto de innovación, contra el 98.5% de las empresas que contaban de 50 a 100 empleados. Así mismo, la encuesta revela que entre más grandes son las empresas mayor es su grado de involucramiento en actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

- c) Sobre los objetivos de innovación, las empresas manufactureras consideran en su mayoría como altamente significativos cuatro objetivos:
- Mantener la participación en el mercado
  - Reducir costos
  - Mejorar la calidad del producto
  - Aumentar la participación en el mercado o crear nuevos mercados
- d) Cumplir con estándares y regulaciones no es significativo como objetivo de innovación.
- e) De entre los factores que han tenido un impacto negativo sobre el grado de avance de los proyectos de innovación, el más frecuentemente mencionado por las empresas fue el de riesgo económico excesivo, seguido por el de costos de innovación muy elevados.
- f) Al analizar si las organizaciones realizaron alianzas o proyectos en conjunto con otras instituciones el 65.4% de las empresas manufactureras manifestó que el desarrollo de la innovación la habían realizado ellos mismos, mientras que el 34.6% que tal desarrollo era para otra empresa cliente.

En la actualidad se encuentra plenamente identificado el hecho de que la innovación estimula la dinámica de una economía al aportar nuevos conocimientos que se aplican tanto para la producción de bienes y materias primas, así como para procesos productivos en la empresa por esto y al tomar en cuenta el entorno de globalización (considerada ésta como un fenómeno económico complejo que requiere de especial atención para su adecuada comprensión y fomento), el objetivo evidente es contar con un gasto en ciencia, tecnología e innovación respecto del PIB, suficiente para posicionar con ventajas a México en dicho contexto global.

## **2.9 Alineación de las TI con la planeación de las organizaciones**

Hoy en día un gran porcentaje de las organizaciones son expertas en la invención de nuevos mercados y que se introducen rápidamente a mercados emergentes, a ideas emprendedoras, a fusiones, alianzas estratégicas y al uso de nuevas tecnologías. Estas son las organizaciones que vale la pena imitar. En la actualidad es fundamental crear organizaciones que sean capaces de crear los productos que los clientes necesitan y que todavía no se han imaginado que existen,

esto implica un cambio radical en la gestión de las grandes empresas. (Prahalad & Hamel, 1990). Se debe de pensar en organizaciones diversificadas es decir brindar lo que nutre y lo que estabiliza las competencias básicas. Esto se puede lograr:

- a) Clarificando las competencias de la organización, para saber cómo apoyar la ventaja competitiva.
- b) Construir competencias centrales es decir, invirtiendo en tecnologías y generando nuevas alianzas estratégicas.
- c) Cultivando la mentalidad nueva para nuestros trabajadores es decir, enfocarnos a nuestras competencias y al desarrollo del talento.
- d) Identificando proyectos y personas que personifique las competencias principales de nuestra organización.

El papel de las TI es fundamental para que las organizaciones permanezcan en el entorno. Es de vital importancia que las organizaciones se mantengan alineadas con las tecnologías de la información es decir, que la aplicación de las tecnologías de la información deben de generarse de manera adecuada y oportuna. Lo más importante es que se deben de implementar de acuerdo a las estrategias que estén llevando las organizaciones, generándose así con base a las metas y a las necesidades que se tienen.

La estrategia tecnológica se debe de articular con base en los términos que exige el contexto interior y exterior de las organizaciones, esto permite integrar una verdadera alineación de los negocios y generar así un modelo integral que sea funcional. Se dice que el desarrollo de software ha caído en un bache en las últimas tres décadas, un gran porcentaje de esta problemática ha sido por no ir a la par con las metas y las necesidades que muchas organizaciones tienen. La implementación del comercio y del negocio electrónico ha permitido a muchas organizaciones en la actualidad desarrollar la alineación estratégica acompañada de las herramientas tecnológicas, esto no solamente se ha dado en organizaciones sino en instituciones como gobierno, educación e Iglesia.

El impacto que tiene este tema en la actualidad, es brindar elementos para el desarrollo de tecnologías de la información que cumplan con las necesidades y requerimientos de las

organizaciones, es decir que no consista solamente en desarrollar una herramienta tecnológica para administrar un proceso sino, que sea parte fundamental para la toma de decisiones de la organización. (Henderson & Venkatraman, 1993). Comenta el principal problema es el cómo evaluar esa alineación de las tecnologías de la información con las estrategias de los negocios además, de que muchas organizaciones cuestionan si se puede evaluar dicha alineación y cómo se puede evaluar esa alineación, como pueden mejorarla y si las organizaciones pueden ir madurando esa misma alineación.

Es importante la alineación de la tecnología porque las organizaciones ven la necesidad y se esfuerzan por vincular sus estrategias con dicha tecnología ya que observan que todos los negocios se comportan de una manera dinámica. Esta alineación se refiere principalmente a generar procesos de manera eficaz y eficiente. El que las organizaciones evalúen la aplicación de las TI que se encuentran inmersas en sus procesos, proporciona un vehículo para evaluar también sus actividades y lo más importante conocer la madurez de sus decisiones además de permitir que la empresa vea dónde está y cómo puede mejorar.

Prahalad y Hamel(1990). comentan que las unidades de negocio limitan la innovación y aprisionan recursos, se dispersan esfuerzos y no todos convergen en el desarrollo de esas competencias básicas distintivas capaces de incidir en la calidad de todos los productos en variedad de mercados. Además hay estrategias propias y parciales que debilitan las posiciones estratégicas, por tanto no hay una estrategia global para todo, lo que impide su evolución. Por último, es necesario comprender que es necesario desarrollar una estructura estratégica, la cual se refiere al diseño del mapa de futuro donde se identifican y establecen cuáles deberán ser las competencias centrales a construir y las tecnologías en las que van a estar soportadas.

Esta estructura permite reconocer también cuáles son las oportunidades en términos de producto y mercado cuando se quiere diversificar. Permite asignar con mayor eficacia los recursos y que cada negocio y personas comprendan las prioridades que se tendrán en cuenta. De la alta gerencia depende el diseño y la implementación de la metodología, basada en una comunicación permanente donde se establezca una estructura clara que permita la

interrelación entre los diferentes negocios y competencias para enriquecer el proceso de diversificación que se puede lograr a través de esta estrategia.

### **2.9.1 Alineación de la estrategia de negocio con la estrategia tecnológica**

La implementación de nuevos sistemas y nuevas soluciones en las organizaciones puede resultar una tarea compleja ya que tiene muchas facetas y debe de adaptarse a las necesidades específicas de cada organización. Una implementación ineficiente puede afectar el retorno de inversión en una manera considerable. Para asegurar que dichas implementaciones estén correctamente gestionadas, La estrategia TI debe de ayudar a las organizaciones a conocer el entorno de su planeación estratégica sobre todo la visión, los objetivos del negocio a corto y mediano plazo, la prioridad de los mismos y desarrollar una estrategia de TI adecuada. Muchas organizaciones cuentan con una gran cantidad de aplicaciones que soportan procesos indispensables en las áreas de negocio, mismos que con el paso del tiempo se convierten en una tarea a la que hay que invertir una gran cantidad de recursos para su administración y mantenimiento. Además los costos de licenciamiento y actualizaciones de tantas aplicaciones se convierten en grandes inversiones.

Contando con una estrategia de TI adecuada y apoyada de expertos que conozcan la industria se puede determinar que soluciones pueden generar mayor beneficio y definir la mejor manera de administrar sus aplicaciones reduciendo considerablemente las inversiones en soluciones de TI y de esta manera ofrecer soluciones de alto desempeño. Es importante considerar que como el número de aplicaciones va incrementando con el paso del tiempo, es necesario implementar estrategias y servicios que les permitan estandarizar la administración de sus soluciones a través de un modelo de TI y mejorar el ciclo de vida de sus desarrollos o aplicaciones para optimizar el espacio, tiempo de vida y facilitar la integración con otras soluciones. Antes de presentar un plan para la alineación de las Ti en las organizaciones es necesario tomar en cuenta las siguientes premisas:

#### **Identificar como:**

- Se resuelven las necesidades inmediatas y se perfeccionan las operaciones.

- Se soportan las metas estratégicas del negocio.
- Se potencializa el negocio.
- Se reduce la brecha entre donde se encuentra la organización y donde se quiere estar.
- Se contribuye el logro de una ventaja competitiva.
- Se obtiene información confiable y oportuna para la toma de decisiones.

**Garantizar la mejor inversión en:**

- Conforme a los objetivos de la empresa
- En el aprovechamiento de tecnología propia o de otros
- En la inversión de tecnología innovadora y novedosos
- Flexibilidad para adaptarse en las necesidades cambiantes de la organización
- Evaluación de proveedores y estudio de costo beneficio de sus productos y servicio

**Reconocer el estado de la empresa y su situación en materia de TI:**

- La orientación y contenido del plan de uso de las TI depende de si el negocio se va a crear, es nuevo o ya tiene cierta permanencia en el mercado.
- La consideración y uso que previamente se la ha otorgado a las TI en la empresa, influirá el esfuerzo en persuasión, justificación y compromiso que la iniciativa proponga.
- Cuando no existen antecedentes, prácticamente cualquier propuesta debe partir de "cero", considerando la posibilidad de que los tomadores de decisiones carezcan de conocimiento alguno al respecto.
- Si hay experiencia en el uso de las TI, la propuesta debe considerar como superar deficiencias y problemas que se han tenido hasta el momento.
- Las iniciativas para reemplazar sistemas, esquemas de trabajo, equipo, plataformas y cualquier otro elemento que esté en uso; deberá fundamentarse el porqué es necesaria la sustitución, cuales son las deficiencias, identificar las bondades de las propuestas, los planes de retorno y la relación de beneficios que se esperan obtener de ella.

**Los beneficios que se pueden obtener con la alineación de la planeación estratégica y la estrategia tecnológica son los siguientes:**

- Alinear la integración y soluciones de TI con los requerimientos operativos del negocio.
- Contar con una visibilidad de la demanda de proyectos y soluciones por integrar, además de eliminar tierras de nadie entre áreas y facilitar la comunicación.
- Asegurar el valor que los proyectos de TI generan y disminuir el riesgo de cancelación de proyectos importantes o desviaciones que van hasta un 200% en tiempo y costo.
- Implementar una cultura de calidad y mejora continua de los procesos.
- Optimizar el desempeño de las aplicaciones de negocio.
- Estandarizar los procesos de administración de las aplicaciones de negocio.

### **2.10 Administración de proyectos**

En toda organización surgen continuamente problemas, necesidades y oportunidades. Problemas tales como la baja eficacia operativa, necesidades como el espacio de oficina adicional y generar nuevas oportunidades. Estos problemas, necesidades y oportunidades dan lugar a la búsqueda e identificación de soluciones. La aplicación de tales soluciones entraña un cambio en la organización. En general, los proyectos se han establecido para efectuar este cambio y siempre hay alguien responsable de la finalización satisfactoria de cada proyecto. En el siglo pasado innumerables áreas de la tecnología han tenido progresos considerables, pero una que destaca sobre las demás, no porque haya dejado de existir o porque se haya convertido en una innovación radical, sino porque ha cambiado tanto que apenas es reconocible a la situación en la que se encontraba hace diez años es: la Administración de Proyectos (Rapoza, 2005).

La administración de proyectos ha tenido un gran desarrollo, ya que en los últimos años se ha generado la necesidad de poder administrar un número cada vez más grande de proyectos con variables distintas y características diferentes, en las organizaciones además de que cada proyecto se encuentra en diferentes fases dentro de su ciclo de vida, esto representa nuevos y difíciles retos en las organizaciones Dooley, Lupton, & O'Sullivan (2005). Las tendencias globales como, la competitividad en las organizaciones, los cambios tecnológicos y las

reingenierías incrementan la importancia de los procesos de administración de proyectos. La administración de proyectos es la disciplina de gestionar todos los recursos necesarios exitosamente, la cual puede y debe aplicarse durante el ciclo de vida de cualquier proyecto (Dixon, 2000). La administración de proyectos asegura que los proyectos sean entregados de acuerdo con los parámetros que se han definido cumpliendo con los objetivos, el alcance, el tiempo y el costo. De acuerdo con el Project Management Institute a todo proyecto lo definen tres características:

- Su carácter temporal
- Que es único
- Requiere de una elaboración progresiva

Según (Heerkens, 2006) la administración de proyectos requiere de un encargado o director de proyecto que es responsable de que se cumpla con el objetivo para lo cuál fue creado dicho proyecto. La dirección de proyectos es la encargada de aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que son aplicables a las actividades que se deben de desarrollar en el proyecto para así cumplir con los requisitos del mismo. Esto se logra mediante la aplicación e integración adecuada de las etapas por parte de la dirección de proyectos, estas etapas son:

- Iniciación.
- Planificación.
- Ejecución.
- Seguimiento y Control.
- Cierre.

A menudo, los proyectos se utilizan como el medio para cumplir con el plan estratégico de una organización. Por lo general, los proyectos se autorizan como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas:

- Demanda del mercado.
- Solicitud de un cliente.
- Adelantos tecnológicos.

- Requisitos legales.

Dentro de los programas estratégicos de las organizaciones, los proyectos resultan un medio para alcanzar las metas y los objetivos de la organización. Si bien, dentro de un programa, un grupo de proyectos puede tener beneficios específicos, estos proyectos también pueden contribuir a los beneficios del programa, a los objetivos del plan estratégico de la organización. Las organizaciones gestionan sus proyectos basándose en su plan estratégico, a través de un listado jerárquico de todos sus proyectos implicados.

Uno de los objetivos de la gestión del proyectos consiste en maximizar el valor del proyecto mediante un examen cuidadoso de sus componentes: los programas, proyectos y otros trabajos relacionados que lo conforman. De esta manera, el plan estratégico de una organización se convierte en el principal factor que guía las inversiones en los proyectos. El funcionamiento de una empresa se puede caracterizar mediante un conjunto de variables y relaciones. Se entiende por gestión el conjunto de técnicas y procesos de definición, evaluación y control de las relaciones. Los elementos que pueden definir el contexto de los procesos de gestión son:

- El entorno donde opera la empresa, definido por un conjunto de variables que describe la situación socioeconómica. La descripción puede comprender valores absolutos, tendencias e interpretaciones o correlaciones ante variables. El entorno puede ser previsible, sistemático o predecible o bien inesperado, conforme a la velocidad de cambio, complejidad de las relaciones entre variables, y la estructura competitiva, cooperativa o regulada de la empresa con respecto al entorno.
- Los objetivos de la empresa, incluyendo las aspiraciones de las personas y grupos, los objetivos intermedios derivados de los supuestos iniciales, y los requisitos legales relativos a fiscalidad, seguridad, y calidad de productos.
- Los planes estratégicos de la empresa, que determinan las reglas de decisión durante el proceso de gestión. La estrategia es un compromiso entre óptimos locales o globales, a corto o largo plazo. La estrategia se implementa mediante un conjunto de reglas entrelazadas con el objetivo de reforzar el mensaje transmitido.

- La estructura organizativa de la empresa, determinada por la relación entre unidades. La relación comprende líneas de jerarquía (organizaciones centralizadas, descentralizadas o matriciales) y el grado de interacción (unidades autónomas o integradas) o el grado de coordinación (cuando las unidades están en líneas jerárquicas).
- Los grupos de personas que participan en las actividades de la empresa, caracterizados por aptitudes (formación, capacidad física) y actitudes (resistencia al cambio, motivación), que resultan en creatividad y productividad. El estudio de los métodos de gestión incluye aspectos de negociación en todos los niveles.
- Los procesos de gestión los cuales tienen por objeto reducir la incertidumbre e incrementar el potencial de respuesta de la empresa.

Cuando hablamos de proceso nos referimos al conjunto estructurado de actividades, que es diseñado para producir una salida específica para un cliente o mercado en particular. Esto implica en cómo se debe realizar el trabajo dentro de una organización, en contraste con el enfoque de un producto hacia el ‘qué’. Un proceso es la generación de una estructura para generar la acción”. Los procesos son conjuntos de actividades con:

- Objetivos
- Insumos (o entradas)
- Transformaciones realizadas mediante prácticas, técnicas y herramientas que responden a las preguntas de (¿cómo? y ¿cuándo? )
- Papeles (roles) desempeñados por personas ¿quiénes?
- Productos: entregables que contienen el nuevo *valor*

El PMBOK (guide to the Project Management Body of Knowledge) 4ta. Edición (2008), nos comenta que su metodología consta de nueve áreas del conocimiento que son necesarias para llevar al éxito a un proyecto, estas son las siguientes:

1. Administración de la integración del proyecto.
2. Administración del alcance del proyecto.
3. Administración del tiempo del proyecto.
4. Administración de los costos del proyecto.

5. Administración de la calidad del proyecto.
6. Administración del recurso humano del proyecto.
7. Administración de las comunicaciones del proyecto.
8. Administración del riesgo del proyecto.
9. Administración de la consecución del proyecto.

### **2.10.1 Proyecto**

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica que se cuenta con un principio y un final bien definido. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. Temporal no necesariamente significa de corta duración. En general, esta cualidad no se aplica al producto, servicio o resultado esperado por el cual fue creado el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado duradero. Los proyectos pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales que durarán mucho más que los propios proyectos.

Los proyectos nacen cuando se descubre una necesidad por el cliente, es decir, las personas o la empresa dispuestas a aportar el recurso para que ésta sea atendida. Es preciso que el cliente identifique primero la necesidad del problema. Algunas veces este último se identifica rápidamente, en otras ocasiones se tarda meses en identificar una necesidad, recopilar los datos referentes al problema y definir los requisitos que se deben de reunir por el equipo del proyecto que se encargará de resolver. Todo proyecto crea un producto, servicio o resultado único. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables del proyecto, esta repetición no altera la unicidad fundamental del trabajo del proyecto.

En contraposición, debido a la naturaleza única de los proyectos, puede existir incertidumbre respecto de los productos, servicios o resultados que el proyecto genera. Las tareas del proyecto pueden ser nuevas para el equipo del proyecto, lo que hace necesario planificar con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina. Además, los proyectos se llevan a

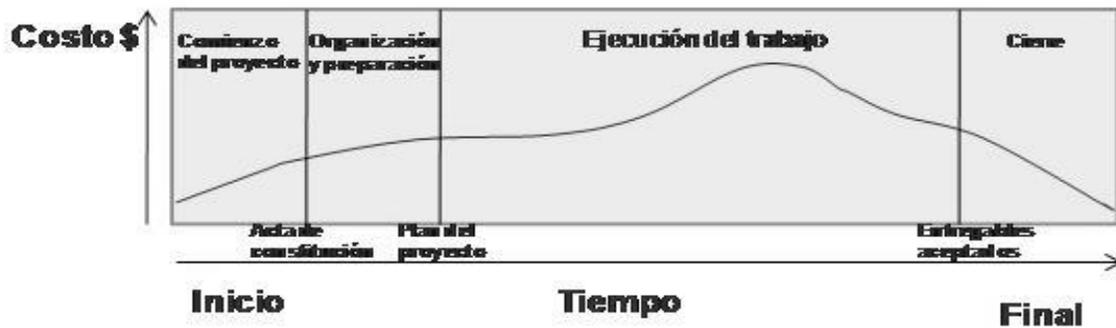
cabo en todos los niveles de una organización. Un proyecto puede involucrar a una sola persona, una sola unidad o múltiples unidades dentro de la organización. Un proyecto puede generar:

- Un producto que puede ser un componente de otro elemento o un elemento final en sí mismo
- La capacidad de realizar un servicio
- Un resultado tal como un producto o un documento, podemos mencionar algunos ejemplos de proyectos entre los cuales tenemos:
  - Desarrollar un nuevo producto o servicio
  - Implementar un cambio en la estructura, en el personal o el estilo de una organización
  - Desarrollar o adquirir un sistema de información nuevo o modificado
  - Construir un edificio o una infraestructura
  - Implementar un nuevo proceso o procedimiento de negocio.

Los proyectos tienen comienzo, desarrollo y fin. Este dato puede parecer evidente, pero si se trabaja en gestión de proyectos, identificar el momento del ciclo de vida es vital, ya que influirá sobre lo que se deberá de hacer y sobre las opciones que se presentarán. Hay diversas maneras de considerar el ciclo de vida de un proyecto. Una de las más comunes estima que se divide en cuatro fases:

1. Definición del proyecto
2. Planeación
3. Implementación o ejecución
4. Finalización o cierre

Esto se puede observar en la figura 2.13 En las ciencias de la información es muy usado este enfoque ya que establece seis fases: reconocimiento de las necesidades, definición de los requerimientos, diseño del sistema, implementación, verificación y mantenimiento.

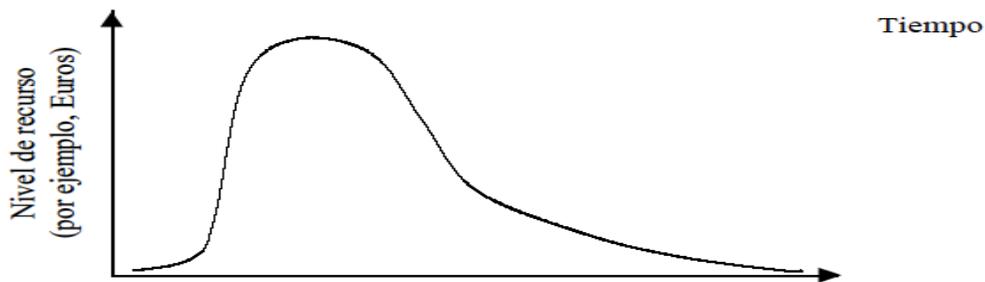


Fuente: <http://www.crisoltic.com/2011/08/introduccion-la-direccion-de-proyectos.html>

Figura 2.13 Fases del ciclo de vida de un proyecto.

La primera fase en el ciclo de vida de un proyecto consiste en descubrir una necesidad, un problema o una oportunidad, no siempre es necesario generar una solicitud de propuesta ya que muchos de ellos se pueden definir de una manera informal durante una junta o una discusión con personal que están directamente relacionados con dicho problema. A continuación podemos observar el comportamiento de un proyecto en esta fase, en la figura 2.14 el proyecto se acelera rápidamente y se desacelera con lentitud.

Esto podría ilustrar un proyecto de investigación del estudio de un mercado, donde hay una gran cantidad de actividad al inicio, como recolección de datos de los consumidores por medio de cuestionarios y entrevistas. Una vez reunidos los datos, el consumo de recurso baja gradualmente, a medida que se analizan los datos y se redactan las conclusiones.



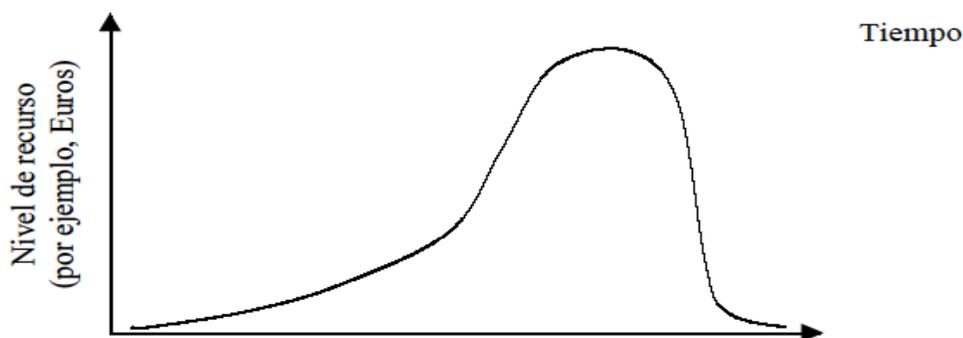
Fuente: Manual para la gestión de proyectos. Servicio de Organización y racionalización

administrativa. Pilar Montoya Molina. Universidad de Almería.

Figura 2.14 Ciclo de vida de un proyecto de investigación de mercado.

La segunda fase del ciclo de vida de un proyecto consiste en encontrar una solución a la necesidad o al problema. En esta fase se deben de encontrar soluciones al problema para así estimar la cantidad de recursos necesarios, así como el tiempo que tardarán en diseñar y realizar la solución propuesta. Esta información se plasman en una propuesta escrita y se entrega al cliente. La tercera fase del ciclo de vida de un proyecto consiste en implementar o poner en práctica la solución propuesta, comenzando después de que el cliente decide cuál de las ofrecidas atenderá mejor la necesidad del proyecto.

En esta fase conocida también como ejecución del proyecto se planea detalladamente el proyecto y luego se implementa para conseguir su objetivo. Esta fase cumple el objetivo del proyecto quedando el cliente satisfecho porque la obra se terminó en su totalidad con la calidad deseada. En la figura 2.15 por el contrario de la figura 2.14 se observa un incremento gradual de la actividad, hasta que el proyecto llega a su cima, y luego un rápido final. Esto suele ocurrir en los proyectos de investigación científica, en los que una parte importante del tiempo total suele estar dedicada a formular hipótesis de trabajo, diseñar un experimento, poner a punto equipamiento, etcétera. La actividad del proyecto alcanza un pico cuando el experimento ha sido efectivamente realizado y se han observado los datos resultantes.



Fuente: Manual para la gestión de proyectos. Servicio de Organización y racionalización

administrativa. Pilar Montoya Molina. Universidad de Almería.

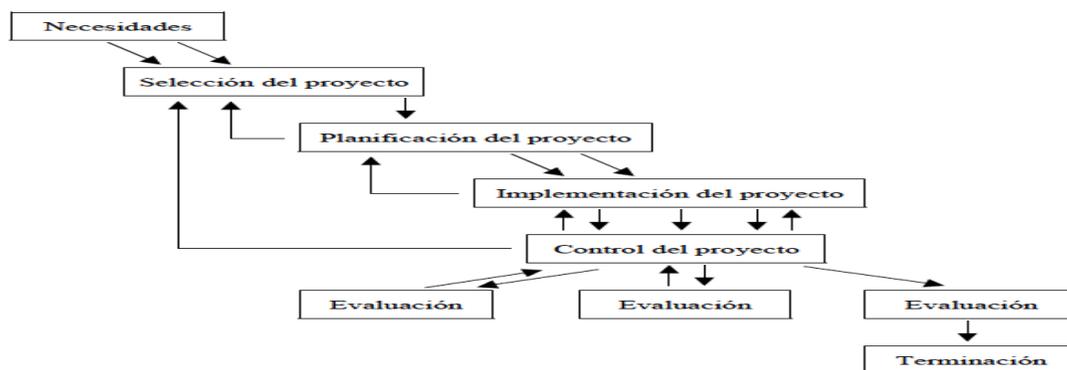
Figura 2.15 Ciclo de vida de un proyecto de investigación científica.

La fase final del ciclo de vida de un proyecto consiste en terminarlo. Una vez hecho eso, se efectúan algunas actividades de cierre como confirmar que se haya realizado todo lo solicitado y que el cliente lo haya aceptado, que se haya cobrado todo y que se hayan liquidado las facturas correspondientes a dicho proyecto. Se deberá de obtener retroalimentación del cliente para determinar su grado de satisfacción y si el proyecto respondió o no a sus expectativas. Además se deberá de pedir al equipo del proyecto recomendaciones para mejorar la ejecución en los próximos meses.

El ciclo de vida de un proyecto abarca desde unas cuantas semanas hasta varios años según el contenido, la complejidad y la magnitud del proyecto. Más aún no todos los proyectos pasan formalmente por las cuatro fases es decir puede comenzar directamente en la fase tres y llevarla a cabo sucesivamente, esto para la administración de proyectos no es lo más adecuado sin embargo, en muchos proyectos se genera. El proceso de administración del proyecto representa planear el trabajo y después trabajar según el plan. Las formas y tipos de proyectos son muy diversos, algunos pueden ser pequeños y bien definidos; otros son grandes y complejos. Sin importar el tipo de proyecto que uno debe realizar, si no se aplica correctamente los conceptos de la administración de proyectos, crecerá el riesgo de no terminarlo en tiempo y forma y de rebasar el presupuesto planteado. Gido y Clements (2003) nos comentan que:

- "El beneficio de poner en práctica técnicas de administración de proyectos representa tener un cliente satisfecho. Un proyecto es un intento por lograr un objetivo específico mediante un grupo de tareas interrelacionadas y la utilización efectiva de los recursos. La responsabilidad del gerente de proyectos es asegurarse de que se logre el objetivo del proyecto y que se termine el trabajo con calidad, dentro del presupuesto en tiempo y a satisfacción del cliente"

Independientemente de cómo se considere el ciclo de vida de un proyecto, el punto más importante que se debe tener en cuenta es que a lo largo de su vida es que todo proyecto es dinámico, es un organismo en continuo desenvolvimiento, como se muestra en la figura 2.16



Fuente: Manual para la gestión de proyectos. Servicio de Organización y racionalización administrativa. Pilar Montoya Molina. Universidad de Almería.

Figura 2.16 Dinámica del ciclo de vida de un proyecto.

El objetivo de todo proyecto es tener "éxito", esta palabra define el sentimiento que se experimenta cuando se termina bien un proyecto. Sin embargo, muchos proyectos fracasan. Una manera de investigar las causas de un fracaso en un proyecto es escudriñar acerca del comportamiento de las cuatro dimensiones de un proyecto: tiempos, costos, alcance y calidad. La administración de proyectos nos pone en alerta de que debemos de cuidar la denominada restricción triple. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los componentes de esta restricción se construyen durante el proceso de ejecución y que muchas veces no es eficiente. Generalmente la restricción triple queda deformada de la siguiente manera, como se muestra en la figura 2.17



Fuente: Administración LEAN de proyectos, eficiencia en la gestión de múltiples proyectos. Lledo, Rivarola, Mercau, Cucchi & Esquembre. Ed. Pearson.

Figura 2.17 Restricción triple de un proyecto deformada.

Lo que se pretende es que se cumpla en la restricción triple se puede observar en la figura 2.18 que a continuación se presenta.



Fuente: Administración LEAN de proyectos, eficiencia en la gestión de múltiples proyectos. Lledo, Rivarola, Mercau, Cucchi & Esquembre. Ed. Pearson.

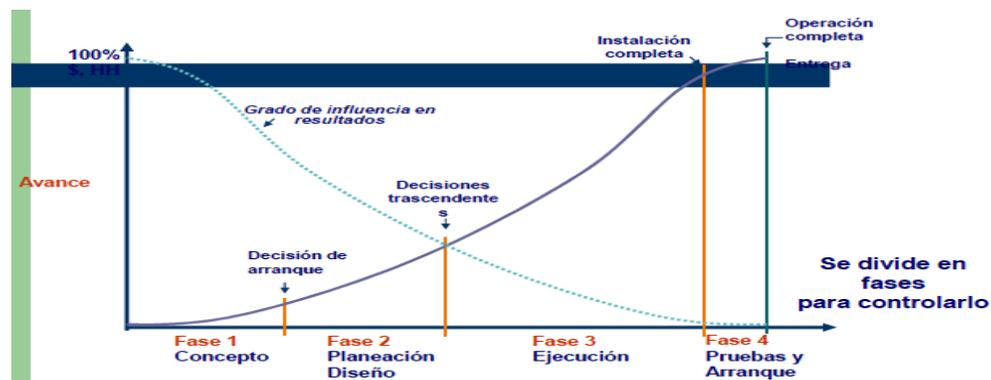
Figura 2.18 Restricción triple eficiente de un proyecto.

El PMBOK 4ta. Edición (2008), propone que los proyectos se deben de desarrollar de manera más eficiente y que requieren un aprovechamiento mejorado del uso del tiempo. El tiempo es, económicamente hablando, un recurso factor de producción por lo tanto es un recurso económico. Es un recurso porque es un insumo fundamental para llevar a cabo cualquier proyecto; es económico es escaso. Una de las maneras de optimizar los proyectos es tener una eficiente administración del tiempo, durante la gestión de la administración del tiempo podemos identificar tres distintos tipos de tiempos:

- 1) Tiempo de calendario: es la duración total de una tarea desde su inicio formal hasta su finalización. Generalmente este es el que se considera en los procesos de planificación y que se ve plasmado en un calendario.

- 2) Tiempo de trabajo: es el porcentaje del tiempo calendario disponible en función de los recursos que son llevados a mano, el tiempo de trabajo podrá ser medido en horas, en una jornada podría cronológico.
- 3) Tiempo con valor agregado: es el más difícil de determinar y se trata de la parte del tiempo que realmente los usuarios finales del proyecto están dispuestos a pagar.

La figura 2.19 nos muestra un panorama general del desarrollo de un proyecto en donde toma en consideración dos variables importantes en un proyecto, grado de influencia en los resultados y el nivel de operación.



Fuente: Material de la materia planeación y evaluación integral de proyectos . Carlos Arturo Vega Lebrún.- UPAEP

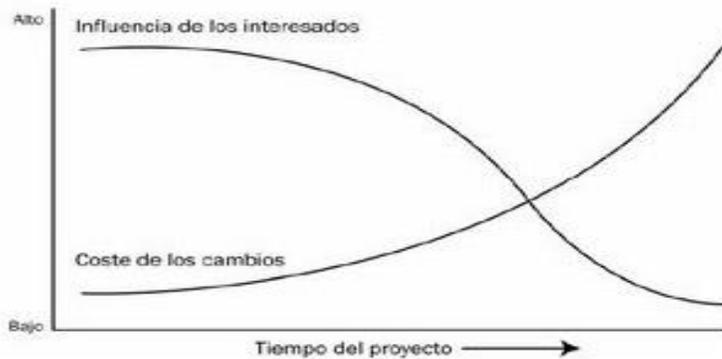
Figura 2.19 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.

Durante el desarrollo de un proyecto es importante la integración que genere el equipo de trabajo que se encuentra inmerso en cada proyecto, la figura 2.20 nos muestra las competencias técnicas y humanas en la administración de un proyecto. La figura 2.21 muestra lo que cuesta realizar una modificación o un cambio en cada una de las etapas del ciclo de vida de un proyecto.



Fuente: Material de la materia planeación y evaluación integral de proyectos . Carlos Arturo Vega Lebrún.- UPAEP

Figura 2.20 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.



Fuente: Material de la materia planeación y evaluación integral de proyectos. Carlos Arturo Vega Lebrún.- UPAEP

Figura 2.21 Elementos relacionados en el ciclo de vida de un proyecto.

### 2.10.2 Cierre de proyectos

Para la evaluación de proyectos, se debe tener en cuenta en primera medida los grandes ciclos de todo proyecto, para establecer en que fase o ciclo se pretende establecer los puntos de control y de evaluación del proyecto, dichos ciclos son:

- **Preinversión:** En esta se realizan todos los estudios necesarios que permiten tomar con mayor claridad la decisión de realizar el proyecto. Las tres actividades principales son: Identificación, presentación y justificación del problema, evaluación de objetivos (prefactibilidad) y formulación y preparación de las alternativas de solución (factibilidad). En esta fase la evaluación centra su análisis principalmente en los objetivos y las alternativas de solución.
- **Inversión:** También llamada de ejecución, es la segunda dentro del ciclo. En ella se realizan todas las inversiones y adquisiciones para poner en marcha el proyecto. En esta se realiza la evaluación de tipo seguimiento o monitoreo físico - financiero de los proyectos, el cual busca garantizar el buen uso de los recursos de inversión asignados.
- **Operación:** Es el último ciclo del proyecto y en esta se generan los beneficios para los cuales el proyecto fue diseñado, en algunos proyectos esta etapa se lleva a cabo simultáneamente con la de inversión. Para esta fase se recomienda la evaluación de resultados o impacto, así como la eficiencia y eficacia del cumplimiento de los objetivos trazados en el diseño del proyecto.

Al término de cada proyecto es importante llegar a la etapa de evaluación, este proceso se hace la evaluación de los objetivos se debe recordar que estos no se evalúan por su simple planteamiento o por la aplicación de una de las muchas metodologías de evaluación, dicho proceso se debe a la justificación del proyecto, además de tener en cuenta los estudios previos realizados (estudios de mercadeo, factibilidad, etcétera).

## **2.11 Modelos y metodologías para el desarrollo de software**

### **2.11.1 Ingeniería de software**

Según Sommerville (2005), para muchas personas el software son solo programas de computadora, sin embargo nos comenta que son todos aquellos documentos asociados a la configuración de datos que se necesitan para hacer que estos programas operen de manera adecuada. Estos productos de software se desarrollan para algún cliente en particular o para un mercado en general. Para el diseño y desarrollo de proyectos de software se aplican metodologías, modelos y técnicas que permiten resolver los problemas. En los años 50 no

existían metodologías de desarrollo, el desarrollo estaba a cargo de los propios programadores. De ahí la importancia de contar con analistas y diseñadores que permitieran un análisis adecuado de las necesidades que se deberían de implementar.

Aun así los resultados eran impredecibles, no se sabía la fecha exacta en que concluiría un proyecto de software, no había forma de controlar las actividades que se estaban desarrollando. Tampoco se contaba con documentación estandarizada. El nacimiento de técnicas estructuradas es lo que da origen al desarrollo de aplicaciones a través de métodos de ingeniería. La informática aporta herramientas y procedimientos que se apoyan en la ingeniería de software con el fin de mejorar la calidad de los productos de software, aumentar la productividad y trabajo de los ingenieros desarrolladores de software, facilitar el control del proceso de desarrollo de software y suministrar a los desarrolladores las bases para construir software de alta calidad en una forma eficiente, Gacitúa(2003).

El objetivo principal que busca la ingeniería de software es convertir el desarrollo de software en un proceso formal, con resultados predecibles, que permitan obtener un producto final de alta calidad y satisfaga las necesidades y expectativas del cliente. Según Gacitúa (2003), la Ingeniería de Software es un proceso intensivo de conocimiento, que abarca la captura de requerimientos, diseño, desarrollo, prueba, implantación y mantenimiento. Generalmente a partir de un complejo esquema de comunicación en el que interactúan usuarios y desarrolladores, el usuario brinda una concepción de la funcionalidad esperada y el desarrollador especifica esta funcionalidad a partir de esta primera concepción mediante aproximaciones sucesivas. Este ambiente de interacción motiva la búsqueda de estrategias robustas para garantizar que los requisitos del usuario serán descubiertos con precisión y que además serán expresados en una forma correcta y sin ambigüedad, que sea verificable, trazable y modificable.

El término ingeniería del software empezó a usarse a finales de la década de los sesenta, para expresar el área de conocimiento que se estaba desarrollando en torno a las problemáticas que ofrecía el software. En esa época, el crecimiento espectacular de la demanda de sistemas de computación cada vez más y más complejos, asociado a la inmadurez del propio sector

informático (totalmente ligado al electrónico) y a la falta de métodos y recursos, provocó lo que se llamó la crisis del software. Durante esa época muchos proyectos importantes superaban con creces los presupuestos y fechas estimados. La crisis del software finalizó pues se comenzó a progresar en los procesos de diseño y metodologías.

Según Silva (2001) desde 1985 hasta el presente, han ido apareciendo herramientas, metodologías y tecnologías que se presentaban como la solución definitiva al problema de la planificación, previsión de costos y aseguramiento de la calidad en el desarrollo de software. La dificultad propia de los nuevos sistemas, y su impacto en las organizaciones, ponen de manifiesto las ventajas, y en muchos casos la necesidad, de aplicar una metodología formal para llevar a cabo los proyectos de este tipo. La ingeniería de software es una tecnología multicapa en la que, según Pressman (2005), se pueden identificar: los métodos, el proceso (que es el fundamento de la Ingeniería de Software, es la unión que mantiene juntas las capas de la tecnología) y las herramientas (soporte automático o semiautomático para el proceso y los métodos). Como disciplina, establece el proceso de definición de requerimientos en una sucesión de actividades mediante las cuales lo que debe hacerse, se modela y analiza (Choque, 2001).

Una parte importante de la ingeniería de software es el desarrollo de metodologías y modelos. En la actualidad ha habido muchos esfuerzos que se han encaminado al estudio de los métodos y técnicas para lograr una aplicación más eficiente de las metodologías y lograr sistemas más eficientes y de mayor calidad con la documentación necesaria en perfecto orden y en el tiempo requerido. Gacitúa (2003), plantea que una metodología impone un proceso de forma disciplinada sobre el desarrollo de software con el objetivo de hacerlo más predecible y eficiente. Una metodología define una representación que permite facilitar la manipulación de modelos, y la comunicación e intercambio de información entre todas las partes involucradas en la construcción de un sistema.

Goncalves (2005) plantea que la experiencia ha demostrado que los proyectos exitosos son aquellos que son administrados siguiendo una serie de procesos que permiten organizar y luego controlar el proyecto, considerando válido destacar que aquellos procesos que no sigan

estos lineamientos corren un alto riesgo de fracasar. Es necesario destacar la importancia de los métodos, pero el éxito del proyecto depende más de la comunicación efectiva con los interesados, el manejo de las expectativas y las personas que participan en el proyecto.

Existen diferentes modelos y metodologías que han sido en los últimos años herramientas de apoyo para el desarrollo del software. Someerville (2005), menciona que:

- **Modelo de desarrollo de software:** es una representación simplificada del proceso para el desarrollo de software, presentada desde una perspectiva específica.
- **Metodología de desarrollo de software:** es un enfoque estructurado para el desarrollo de software que incluye modelos de sistemas, notaciones, reglas, sugerencias de diseño y guías de procesos.

### 2.11.2 Modelos para el desarrollo de software

Como se explicó en el concepto anterior, un modelo para el desarrollo de software es una representación abstracta de un proceso. Cada modelo representa un proceso desde una perspectiva particular y así proporcione información parcial sobre el proceso. Éstos modelos generales no son descripciones definitivas de los procesos del software más bien son abstracciones de los procesos que se pueden utilizar para el desarrollo del software. Puede pensarse en ellos como marcos de trabajo del proceso y que pueden ser adaptados para crear procesos más específicos. Los modelos que mencionaremos en este punto son:

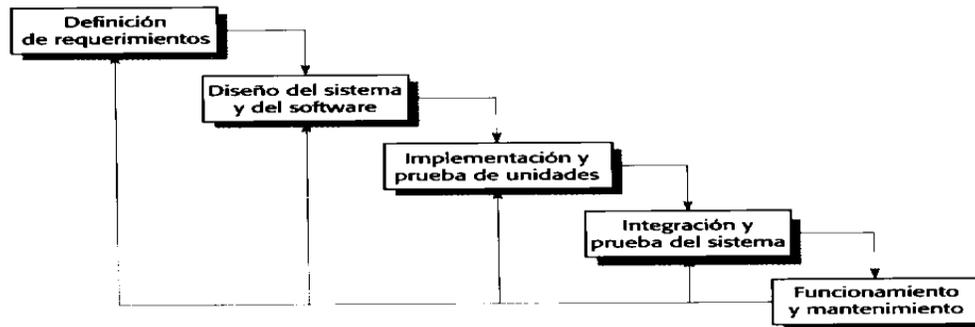
- 1) **El modelo en cascada.** Considera las actividades fundamentales del proceso especificación, desarrollo, validación y evolución. Los representa como fases separadas del proceso, tales como la especificación de requerimientos, el diseño del software, la implementación, las pruebas, etcétera.
- 2) **El modelo de desarrollo evolutivo (espiral).** Este enfoque entrelaza las actividades especificación, desarrollo y validación. Es decir surge de un sistema inicial que se desarrolla rápidamente a partir de especificaciones abstractas. Basándose en las peticiones del cliente para producir un sistema que satisfaga sus necesidades.
- 3) **El modelo de desarrollo basado en componentes.** Éste enfoque se basa en la existencia de un número significativo de componentes reutilizables. El proceso de desarrollo se enfoca en integrar estos componentes en el sistema más que en desarrollarlos desde cero. Estos tres

modelos se utilizan ampliamente en la práctica actual de la ingeniería del software, no se excluyen mutuamente y a menudo se utilizan juntos especialmente para el desarrollo de grandes sistemas.

#### **A. El modelo en cascada**

Según Royce (1970), el modelo de cascada se derivó de procesos de sistemas más generales. Éste modelo se muestra en la figura 2.22 y sus principales etapas se transforman en actividades fundamentales del desarrollo:

- 1) Análisis y definición de requerimientos. Los servicios restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios. Entonces, se definen en detalle y sirven de manera específica al sistema.
- 2) Diseño del sistema y del software. El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas ya sea hardware Soto. Establece una arquitectura completa del sistema, el diseño del software identifique describe los elementos abstractos que son fundamentales para el software y sus relaciones.
- 3) Implementaciones prueba de unidades. Durante esta etapa el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto de unidades de programas, la prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla con su función específica.
- 4) Integración y prueba del sistema. Los programas o las unidades individuales de programas se integran y se prueban como un sistema completo para así asegurar que se cumplan los requerimientos del software, después se entrega al cliente.
- 5) Funcionamiento y mantenimiento. En esta fase el sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico el mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del sistema una vez que se descubren en nuevos requerimientos.



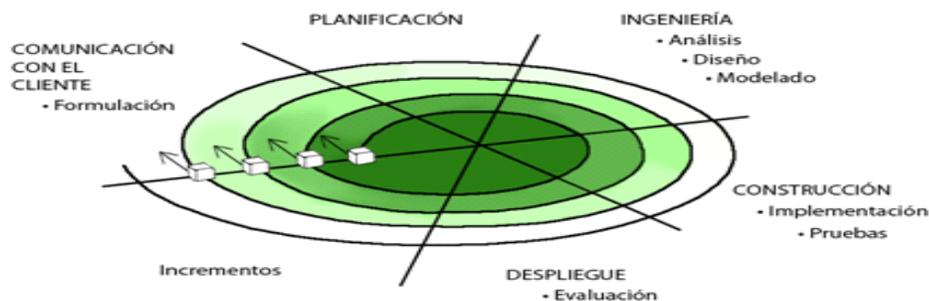
Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

Figura 2.22 El modelo en cascada.

### B. El modelo de desarrollo evolutivo (espiral)

El modelo en espiral que Boehm propuso es un modelo de proceso de software evolutivo que conjuga la naturaleza iterativa de la construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo en cascada. Cuando se aplica este modelo en espiral, el software se desarrolla en una serie de entregas evolutivas. Cada una de las actividades del marco de trabajo representan un segmento de la ruta en espiral, como se muestra en la figura 2.23



Fuente: Ingeniería de software, un enfoque práctico.

Roger S. Pressman (2006). Editorial Mc Graw Hill

Figura 2.23 El modelo de desarrollo evolutivo(espiral).

Este modelo se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones que se generan hasta que se desarrolle un sistema adecuado, como se muestra en la figura 2.24



Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

Figura 2.24 El modelo de desarrollo evolutivo.

Las actividades de especificación, desarrollo y validación se entrelazan en vez de separarse, con una rápida retroalimentación entre estas. Existen dos tipos de desarrollo evolutivo:

- 1) Desarrollo exploratorio, en este caso el objetivo del proceso es trabajar con el cliente para explorar sus requerimientos y entregar un sistema final. El desarrollo empieza con las partes del sistema que se comprenden mejor. El sistema evoluciona agregando nuevos atributos propuestos por el cliente.
- 2) Prototipos desechables, el objetivo de este proceso de desarrollo evolutivo es comprender los requerimientos del cliente para así desarrollar una definición mejorada de los requerimientos para el sistema. El prototipo se centra en experimentar los requerimientos del cliente que no se comprenden del todo.

Haciendo referencia a la producción del software, un enfoque evolutivo suele ser más efectivo que el enfoque en cascada, ya que satisface las necesidades inmediatas de los clientes. La ventaja de un software que se basa en un enfoque evolutivo es que las especificaciones se

pueden desarrollar de forma creciente. Tan pronto como los usuarios desarrollen un mejor entendimiento de su problema, esto se puede reflejar en el software. Sin embargo, desde la perspectiva de ingeniería y de gestión, el enfoque evolutivo tiene dos problemas:

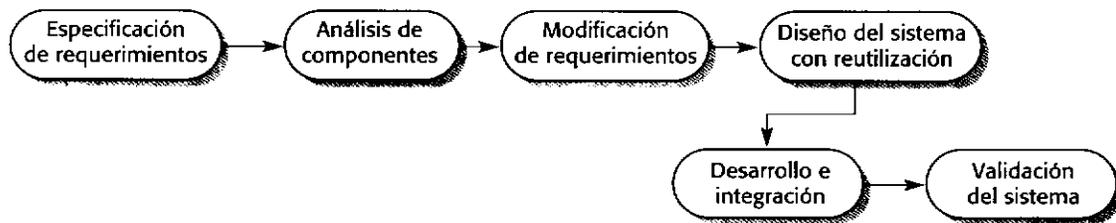
- 1) El proceso no es visible. Esto significa que los administradores tienen que hacer entregas regulares para medir el progreso del producto. Si los sistemas se desarrollan rápidamente, no es rentable producir documentos que reflejen cada versión del sistema.
- 2) A menudo los sistemas tienen una estructura deficiente. Esto hace referencia que los cambios continuos tienden a corromper la estructura del software. Incorporar cambios en él se convierte cada vez más en una tarea difícil y costosa.

Para sistemas pequeños y de tamaño medio (hasta 500,000 líneas de código), el enfoque evolutivo de desarrollo es el mejor. Los problemas del desarrollo evolutivo se hacen particularmente agudos para sistemas grandes y complejos con un período de vida largo, donde diferentes equipos desarrollan distintas partes del sistema. Es difícil establecer una arquitectura del sistema usando este enfoque, ya que hace difícil integrar las contribuciones de los equipos. Para sistemas grandes se recomienda un proceso mixto es decir que incorpore las mejores características del modelo en cascada y del desarrollo evolutivo. Esto implica desarrollar un prototipo desechable, utilizando un enfoque evolutivo para resolver incertidumbres en la especificación del sistema. Puede entonces no implementarse utilizando un enfoque más estructurado.

### **C. El modelo de desarrollo basado en componentes**

En la mayoría de los proyectos de desarrollo de software existe la reutilización. Por lo general esto sucede informalmente cuando las personas conocen diseños o códigos similares al requerido. Los buscan, los modifican según lo creen necesario y los incorporan en un nuevo sistema. El enfoque evolutivo, la reutilización es indispensable para el desarrollo más ágil de un sistema. Esta reutilización es independiente del proceso de desarrollo que se utilice. Sin embargo, en los últimos años ha surgido un enfoque de desarrollo de software denominado "ingeniería de software basada en componentes", el cual se basa en la reutilización. Este enfoque se basa en la reutilización y se compone de una gran base de componentes de

software que son reutilizables, como se muestra en la figura 2.25



Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

Figura 2.25 El modelo de desarrollo basado en componentes.

Aunque la etapa de especificación de requerimientos y la revalidación son comparables con otros procesos, las etapas intermedias en el proceso orientado a la reutilización son diferentes.

Estas etapas son:

- 1) Análisis de componentes. En esta se buscan los componentes para implementar los con base en su especificación. Por lo general, no existe una concordancia exacta y los componentes que se utilizan sólo proporcionan parte de la funcionalidad requerida.
- 2) Modificación de requerimientos. En esta etapa los requerimientos se analizan utilizando información acerca de los componentes que se han descubierto. Entonces dichos componentes se modifican para reflejar los componentes disponibles, la actividad de análisis de componentes se puede llevar a cabo para buscar soluciones alternativas.
- 3) Diseño del sistema con reutilización. En esta fase los diseñadores tienen en cuenta los componentes que se reutiliza y que se organizan el marco de trabajo para que los satisfaga. Si dichos componentes no están disponibles se puede diseñar nuevos software.
- 4) Desarrollo e integración. El software que no se puede adquirir externamente se desarrolla y se integra a los componentes. En este modelo, la integración del sistema es parte del proceso de desarrollo, más que una actividad separada.

El modelo de desarrollo de software basado en componentes creado por Boehm (1988), tiene

la ventaja de reducir la cantidad de software que se debe desarrollar y por ende reduce los costos y los riesgos. También permite una entrega más rápida del software. Sin embargo, los compromisos a los requerimientos son inevitables y esto da lugar a un sistema que no cumpla con las necesidades reales de los usuarios. Pressman (2006), detecto que:

“El software de computadoras moderno se caracteriza por el cambio continuo, los tiempos de entrega son muy reducidos y una necesidad intensa de satisfacer al cliente/usuario. En muchos casos, el tiempo de llegada al mercado es el requisito de gestión más importante. Si se pierde una ventana del mercado, el mismo proyecto de software puede perder su significado”.

### 2.11.3 Metodologías.

Las metodologías han evolucionado de manera significativa en las últimas décadas como se puede observar en la tabla 2.7 Permitiendo así el éxito o el fracaso de muchos de los sistemas desarrollados para distintas áreas.

Tabla 2.7 Evolución de metodologías para el desarrollo de software.

| Programación                          | Año  | Herramienta - Metodológica            | Descripción  |
|---------------------------------------|------|---------------------------------------|--|
| Programación lineal                   | 40's | Diagramas de flujo                    | Todo el programa en un solo bloque, con ejecución secuencial de instrucciones.<br>Eran los tiempos del ensamblador, las capacidades reducidas y la necesidad de optimizar al máximo.   |
| Programación estructurada             | 70's | Análisis descendente (Top-Down)       | Programa dividido en procedimientos: distintos “bloques” que se van llamando según se necesiten.<br>Se confecciona “de arriba abajo”, pensando primero en funcionalidades generales, a grandes rasgos. Para ir las refinando poco a poco, hasta llegar a detallar cada uno de los procedimientos y su interacción. |
| Programación orientada a objeto (OOP) | 80's | Programa dividido en clases (objetos) | Dentro de las cuales van encapsuladas las propiedades (variables) y los procedimientos   |

|                                     |              |                                |  |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------|--|
|                                     |              |                                | <p>(operaciones). Algunas de esas variables y operaciones son de uso restringido al propio objeto, solo pueden ser llamadas desde su interior. Y otras son de uso público, es decir, las llaman desde otros objetos.</p> <p>Esto nos proporciona dos grandes ventajas: evitarnos interferencias extrañas entre distintas partes del programa y podemos cambiar la implementación concreta de un objeto sin afectar al resto del sistema.</p> |
| Metodologías Ágiles                 | 90's         | Formatos - Metodologías Ágiles | <p>Nacidas para dar respuesta al entorno siempre cambiante y en rápida evolución en que se han de desarrollar los programas informáticos. En lugar de hacer proyectos monolíticos y perfectamente estructurados en fases, una detrás de otra. Se intenta trabajar en ciclos cortos (como mini-proyectos) que implementan una parte de las funcionalidades, pero sin perder el rumbo general del proyecto global.</p>                         |
| VFSM (Virtual Finite State Machine) | Finales 90's | Formatos - Metodologías Ágiles | <p>Intenta abstraer la arquitectura real sobre la que se implementarán los programas. Para intentar aplicar métodos matemáticos genéricos que nos permitan simular su comportamiento. Y poder así diseñar con garantías de cual va a ser su funcionamiento.</p> <p>Aplica la tecnología de las Máquinas Virtuales. Y nació en el entorno de los sistemas embebidos, para independizarlos del hardware donde se insertan.</p>                 |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Algunas de las metodologías tradicionales más utilizadas para el desarrollo de software han sido, la denominada “proceso personal de software (PSP)” y la “proceso en equipo para el software TSP”. El TSP toma sus fundamentos en que los ingenieros deben de dar a conocer bien su trabajo y que puedan implementar un plan para poderlo realizar mejor,

cuando el plan se implementa, pueden ahorrarse tiempo en realizar el trabajo y por ende generar productos de calidad. El TSP contempla dos componentes principales:

- 1) Creación de equipo
- 2) Trabajo en equipo o componente de gestión.

El TSP es una metodología para dirigir el desarrollo de software además de establecer un entorno donde el trabajo efectivo de equipo sea normal y natural. En donde involucra a los ingenieros a desarrollar un trabajo en equipo. El desarrollo del (TSP) toma sus bases en la estrategia de calidad que propuso W. Edwards Deming (1982), con las etapas de planear, hacer, verificar y actuar. Y J.M. Juran (1988). El TSP ofrece un contexto disciplinado para el trabajo de la ingeniería del software. La motivación principal es que los ingenieros siguiendo esta metodología pueden hacer un excelente trabajo. Los ingenieros deben estar bien capacitados, bien entrenados y deben ser bien dirigidos por un miembro calificado que entienda bien la metodología del TSP. El objetivo principal del TSP es guiar debidamente a sus equipos de ingenieros. El TSP proporciona un proceso operacional definido para guiar a los ingenieros y administradores a través de diferentes pasos para la formación de equipos de trabajo.

Antes de que los miembros del equipo de trabajo participen en el equipo de TSP, deben saber cómo organizar bien su trabajo. Se requiere que el equipo o el personal se encuentre entrenado primero con el Personal Software Process (PSP). Esto le permite a los ingenieros obtener el conocimiento en saber cómo crear un plan detallado, reuniendo y usando procesos de datos, usando valores obtenidos para seguir un proyecto en donde puedan medir y dirigir la calidad del producto. El objetivo del PSP es poner a los profesionales de software a cargo de su trabajo y para que se sientan personalmente responsables de la calidad de los productos que producen. PSP puede trabajar a la par con los objetivos de la metodología (TSP) son:

- 1) Proporcionar un entorno de equipo que apoya el trabajo de la PSP
- 2) Construir y mantener un equipo autodirigido.

PSP y TSP son potentes herramientas que proporcionan los conocimientos necesarios, la

disciplina y el compromiso necesarios para los proyectos de software exitoso. Se sabe que en nuestro país para que se pueda producir software con calidad se debe de adoptar un nivel de madurez de procesos alto, es decir, que sea equiparable a los niveles internacionales, esto es a través del CMMI (Capability Maturity Model Integration), pero es difícil implementarlo en organizaciones pequeñas. En México se cuenta con la norma mexicana basada en MoProsoft (Modelo de Procesos para la Industria del Software), pero esta se centra en los procesos de las organizaciones pero no en las personas, que son los más importantes para que ellas funcionen. En México no solamente se debe incrementar el nivel de madurez en los procesos de la industria de Software, si no que, se debe incluir el mejoramiento del elemento básico que sustente la industria, que son las personas.

Con PSP, los desarrolladores utilizan procesos bien definidos y medibles. Se toma información de tamaño, tiempo y defectos al momento de realizar el trabajo. Se utilizan los datos para: planear y monitorear el trabajo, así como administrar la calidad de los productos que se producen y medir el desempeño. TSP ha permitido resolver problemas típicos de negocio: como predecir el costo y tiempo, mejorar la productividad y establecer ciclos de desarrollo para generar la mejora en la calidad de los productos. PSP/TSP mejoran el desempeño tanto de equipos como de individuos; es disciplinado y dirigida en todo su desarrollo a la planeación; provee beneficios inmediatos y medibles; acelera las iniciativas de mejora de los procesos organizacionales. Con TSP, los equipos encuentran y reparan defectos en etapas tempranas del proceso de desarrollo. Esto reduce de manera importante el tiempo de pruebas.

### **2.11.3.1 Metodologías para el desarrollo ágil del software.**

Actualmente los negocios operan en un entorno global que cambia rápidamente. Tienen que responder a nuevas oportunidades y mercados, condiciones económicas cambiantes y la aparición de productos y servicios competidores. El software es parte de casi todas las operaciones de negocio, por lo que es fundamental que el software nuevo se desarrolle rápidamente para aprovechar nuevas oportunidades y responder a la presión competitiva. Actualmente el desarrollo y entrega de manera rápida son los requerimientos más críticos de

los sistemas. De hecho, muchas organizaciones están dispuestas a obtener una pérdida en la calidad del software y en el compromiso sobre los requerimientos en favor de una entrega rápida del software.

Los procesos de desarrollo del software basados en una completa especificación de los requerimientos, diseño, construcción y pruebas del sistema no se ajustan al desarrollo rápido de aplicaciones. Cuando los requerimientos cambian o se descubren problemas con ellos, el diseño o implementación del sistema se tiene que volver a realizar o probar. Como consecuencia, normalmente se prolonga en el tiempo un proceso en cascada convencional y el software definitivo se entrega mucho tiempo después al cliente con el que inicialmente se pactó. En un entorno de negocios tan cambiante, esto puede causar verdaderos problemas. Para cuando esté disponible el software, la razón original de su adquisición puede ser que haya cambiado de forma radical que en realidad éste sea inútil. Dicha metodología combina una filosofía y un conjunto de directrices de desarrollo. La filosofía busca la satisfacción del cliente y la entrega temprana de software incremental, equipos pequeños con alta motivación, métodos informales y una simplicidad general del desarrollo. Los procesos de desarrollo rápido de software están diseñados para producir software útil de forma rápida. Generalmente, son procesos interactivos en los que se entrelazan la especificación, el diseño, el desarrollo y las pruebas.

En los años 80 y principios de los 90, existía una opinión general de que la mejor forma de obtener un software de calidad era a través de una planificación cuidadosa del proyecto y de la utilización de métodos de análisis y diseño soportados por herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering). Esta opinión venía fundamentalmente de la comunidad de ingenieros de software implicado en el desarrollo de grandes sistemas y que normalmente se componían de un gran número de programas individuales. Este software era desarrollado por grandes equipos que trabajaban para compañías diferentes y que a menudo estaban dispersos geográficamente y trabajaban durante largos periodos de tiempo.

Sin embargo, cuando este enfoque era aplicado a sistemas de negocios pequeños y de tamaño

medio, el esfuerzo invertido era tan grande que algunas veces dominaba el proceso de desarrollo del software, es decir, se pasaba más tiempo pensando en cómo se debía desarrollar el sistema que en cómo programar el desarrollo y cómo hacer las pruebas pertinentes. El descontento de esto produjo que varios desarrolladores propusieran nuevos métodos que eran más ágiles. Aunque estos métodos se basan principalmente en la noción del desarrollo y en las entregas incrementales, proponen procesos diferentes para alcanzar el objetivo.

En una reunión celebrada en febrero de 2001 en Utah-EEUU, nace el término "ágil" aplicado al desarrollo de software. En esta reunión participan un grupo de diecisiete expertos de la industria del software, incluyendo algunos de los creadores o impulsores de metodologías de software. Su objetivo fue esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos a desarrollar software rápidamente y respondiendo a los cambios que podrían surgir a lo largo de los proyectos. Se pretendía ofrecer una alternativa a los procesos de desarrollo de software tradicionales, caracterizados por ser rígidos y dirigidos por la documentación que se genera en cada una de las actividades desarrolladas. Varias de las denominadas metodologías ágiles ya estaban siendo utilizadas con éxito en proyectos reales, pero les faltaba una mayor difusión y reconocimiento. Tras esta reunión se creó "*The Agile Alliance*" (2001), una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos.

El punto de partida fue el manifiesto ágil, un documento que resume la filosofía "ágil". A continuación en la tabla 2.8, vamos a enumerar las principales diferencias de una Metodología Ágil respecto a las Metodologías Tradicionales (llamadas peyorativamente "no ágiles" o "pesadas"). Estas diferencias que no se refieren sólo al proceso en sí, sino también al contexto de equipo y organización que es más favorable a cada uno de estas filosofías de procesos de desarrollo de software.

Tabla 2.8 Diferencias entre las metodologías ágiles y tradicionales de desarrollo de software.

| <b>Metodología ágil</b>   | <b>Metodología tradicional</b>   |
|---|--|
| Pocos artefactos. El modelo es prescindible, modelos desechables.         | Más artefactos. El modelo es esencial, mantenimiento en los modelos.   |
| Pocos roles, más genéricos y flexibles.                                   | Más roles y más específicos.   |
| No existe un contrato tradicional, debe ser bastante flexible.            | Existe un contrato prefijado.  |
| El cliente es parte del equipo de desarrollo.                             | El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones.  |
| Orientada a proyectos pequeños, y en el mismo lugar.                      | Aplicables a proyectos de cualquier tamaño, pero suelen ser especialmente efectivas/usadas en proyectos grandes. |
| La arquitectura se va definiendo y mejorando a lo largo del proyecto.     | Se promueve que la arquitectura se defina tempranamente en el proyecto.  |
| Énfasis en los aspectos humanos : el individuo y el trabajo en equipo.    | Énfasis en la definición del proceso: roles, actividades y artefactos.   |
| Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código. | Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo.                              |
| Se esperan cambios durante el desarrollo del proyecto.                    | Se espera que no ocurran cambios de gran impacto durante el desarrollo.  |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Sin embargo, los principios de estos métodos ágiles son a veces difíciles de realizar, en la tabla 2.9. se muestran los principios de los métodos ágiles.

Tabla 2.9 Los principios de los métodos ágiles.

| <b>Principio</b>             | <b>Descripción</b>   |
|------------------------------|--|
| 1) Participación del cliente | Los clientes deben estar implicados en todo proceso de desarrollo. Su papel principal es proporcionar interiorizar nuevo requerimientos del sistema y evaluar las iteraciones del sistema. |
| 2) Entrega incremental       | El software se desarrolla en incrementos, donde el cliente especifica los requerimientos a incluir en cada incremento.   |
| 3) Personas, no procesos     | Se deben reconocer y explotar las habilidades del equipo de desarrollo. Se les debe dejar desarrollar sus propias formas de trabajar, sin procesos formales.                               |
| 4) Aceptar el cambio         | Se debe contar con que los requerimientos del sistema cambia, por lo que el sistema se diseña para dar cabida a estos cambios.   |

Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

Si bien la idea de participación del cliente en el proceso de desarrollo es atractiva, el éxito dependerá de tener un cliente que esté dispuesto y lo más importante pueda pasar tiempo con el equipo de desarrollo para así presentar a todos los implicados del sistema, los clientes están sometidos a otras presiones y no pueden participar plenamente en el desarrollo del software. El cliente es el punto clave, solicita los requerimientos que se deben de incluir. Los miembros individuales del equipo puede no tener la personalidad propia para una participación intensa. Por lo tanto, es posible que no se relacionen adecuadamente con los otros miembros del equipo. Priorizar los cambios puede ser extremadamente difícil, específicamente en sistemas en los que existen muchos implicados.

Mantener la simplicidad requiere un trabajo extra. Cuando se trabaja bajo presión por las agendas de entregas, los miembros del equipo no pueden tener a tiempo las especificaciones del sistema. Por consiguiente los métodos ágiles tienen que depender de contratos donde el cliente paga por el tiempo necesario para el desarrollo del sistema en lugar de por el desarrollo de un conjunto de requerimientos específicos. Siempre y cuando el proyecto vaya caminando en forma, esto beneficiará tanto al cliente como al desarrollador. Todos los métodos tienen límites y los métodos ágiles son apropiados para algunos tipos de desarrollo de sistemas. Son los más idóneos para el desarrollo de sistemas para pequeños negocios y medianas empresas. No son adecuados para el desarrollo de sistemas a gran escala con equipos de desarrollo situados en diferentes lugares geográficamente hablando ya que puede haber complejas interacciones con otros sistemas o hardware.

Los métodos ágiles no se deben de utilizar para el desarrollo de sistemas críticos en los que es necesario generar un análisis detallado de todos los requerimientos del sistema para así comprender mejor sus implicaciones de seguridad o de protección. El crecimiento de los métodos ágiles y su penetración ocurre a un ritmo pocas veces visto en la industria: en tres o cuatro años, según el Cutter Consortium, el 50% de las empresas define como “ágiles” más de la mitad de los métodos empleados en sus proyectos (Charette, 2004). Algunas de las metodologías ágiles más usadas en la actualidad se describen a continuación.

- **Metodología XP programación extrema**

La programación extrema XP es posiblemente el método ágil más conocido y ampliamente utilizado. El nombre de XP fue acuñado por Beck (2000), debido a que el enfoque fue desarrollado utilizando las mejores prácticas del desarrollo iterativo y con la participación extrema del cliente. La programación extrema (XP), que algunos consideran una innovación extraordinaria y otros creen cínica (Rakitin, 2001). En la metodología extrema, todos los requerimientos se expresan como escenarios (llamados historias de usuario), los cuales se implementan directamente como una serie de tareas. Los programadores trabajan en parejas y desarrollan pruebas para cada tarea antes de escribir el código. Todas las pruebas se deben ejecutar satisfactoriamente cuando el código nuevo se integra al sistema. Existe un pequeño espacio de tiempo entre las entregas del sistema, dicho proceso se ilustra en la figura 2.26



Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

Figura 2.26 Ciclo de entrega de la programación extrema.

La programación extrema implica varias prácticas las cuales se indican en la tabla 2.10

Tabla 2.10 Principales prácticas de XP.

| Principio o práctica      | Descripción  |
|---------------------------|--|
| Planificación incremental | Los requerimientos se registran en tarjetas de historias, los desarrolladores dividen estas historias en tareas de desarrollo. |
| Entregas pequeñas         | Las entregas del sistema son frecuentes incrementalmente añaden funcionalidad a la primera entrega.                            |
| Diseño sencillo           | Sólo se lleva a cabo el diseño necesario para cumplir los  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
|                                | requerimientos actuales.   |
| Desarrollo previamente probado | Se utilizó un sistema de pruebas de unidad automatizado para escribir pruebas para nuevas funcionalidades.   |
| Refactorización                | Se espera que todos los desarrolladores actualicen el código continuamente tan pronto como encuentren posibles mejoras en dicho código. Esto conserva un código sencillo, el cual es fácil de brindarle mantenimiento.   |
| Programación en parejas        | Los desarrolladores trabajan en parejas, verificando cada uno el trabajo del otro y proporcionando la ayuda mutua necesaria para ser siempre un buen trabajo.  |
| Propiedad colectiva            | Las parejas de desarrolladores trabajan en todas las áreas del sistema, de modo que no se crean islas de conocimiento y todos los desarrolladores tienen acceso a todo el código. Cualquiera puede modificar cualquier cosa.   |
| Integración continua           | En cuanto a cabal trabajo en una tarea, se integren al sistema entero. Después de la integración, se deben pasar al sistema todas las pruebas de unidad.   |
| Ritmo sostenible               | No se consideran aceptables grandes cantidades de horas extras, ya que a menudo el efecto que tiene este proceso reduce la calidad del código y la productividad.  |
| Cliente presente               | Debe estar disponible al equipo de la XP un representante de los usuarios finales del sistema, es decir, el cliente a tiempo completo. En un proceso de este tipo como ya se había mencionado el cliente es miembro del equipo de desarrollo y es responsable de formular los requerimientos del sistema para su implementación. |

Fuente: Ingeniería de software.

Ian Sommerville (2005). Editorial Pearson

El desarrollo incremental se lleva a través de entregas pequeñas y frecuentes del sistema y por medio de un enfoque que sirve para la descripción de requerimientos basado en las historias del clientes o escenarios que pueden ser la base para el proceso de planificación.

La participación del cliente se lleva a cabo a través del compromiso y del tiempo completo del cliente en el equipo de desarrollo. Los colaboradores directos de los clientes participan en el desarrollo y son los responsables de definir las pruebas necesarias que servirán para la aceptación del sistema. El interés de las personas, en vez de los procesos, se lleva a través de la programación en parejas, la propiedad colectiva del código y un proceso de desarrollo sostenible que no implique excesivas jornadas de trabajo. El cambio se lleva a cabo a través de las entregas regulares del sistema, un desarrollo previamente probado y la integración

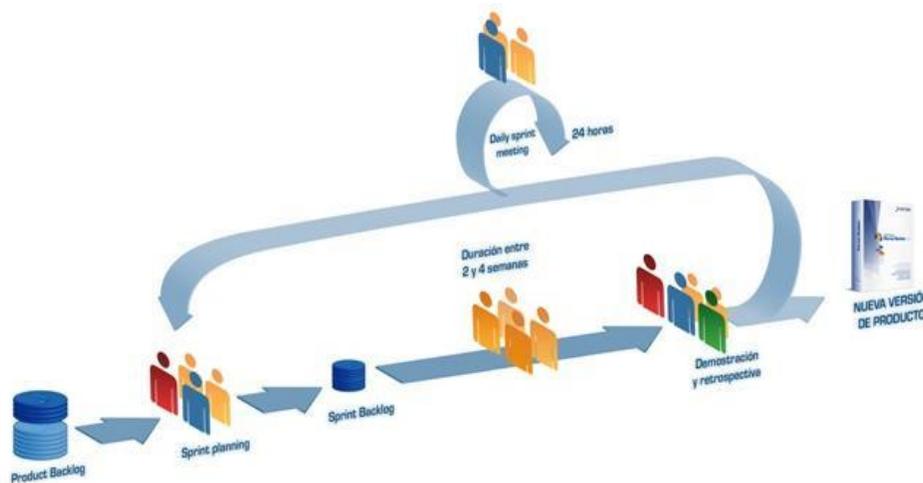
continua. El mantenimiento se lleva a cabo a través de una recta actualización constante para mejorar la calidad del código y la utilización de diseños sencillos que no prevén cambios futuros en el sistema.

En XP, los clientes están implicados en la especificación y establecimiento de prioridades de los requerimientos del sistema. Dichos requerimientos no se especifica como una lista de funciones requeridas en el sistema. Más bien, los clientes del sistema son parte fundamental del equipo de desarrollo esto permite que discutan escenarios con todos los miembros del equipo. Desarrollar conjuntamente tarjetas de historia (story card) que recogen las necesidades del cliente. Por ende el equipo de desarrollo intentará implementar esos escenarios en una entrega futura del software. Un punto fundamental en la ingeniería del soporte tradicional es que se debe de diseñar para futuros. Esto es que se deben de prever los cambios futuros y diseñar éste de forma que tales cambios se puedan implementar fácilmente. La metodología XP ha descartado este principio partiendo del hecho de que diseñar para el cambio es a menudo un esfuerzo inútil. Con frecuencia los cambios previstos nunca se materializa y realmente se efectúan peticiones de cambios completamente diferentes. La metodología extrema aborda este problema sugiriendo que se debe revisar constantemente el software. Esto es, que el equipo de programación busca posibles mejoras y las implementa de forma inmediata así lo que se busca es que siempre sea fácil de entender y cambiar cuando simplemente nuevas historias.

- **Metodología SCRUM**

A pesar de que la metodología XP recibe la mayor atención bibliográfica, las organizaciones están enfocando su atención en la metodología ágil denominada SCRUM (Schwaber & Shuterland, 2011) (Shuterland, 2012), la cual aplica las mismas premisas conceptuales que XP pero para resolver un problema ligeramente distinto como es el de desarrollo evolutivo de aplicaciones. SCRUM es una metodología ágil y flexible que sirve para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa. Se basa principalmente en construir la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación, su proceso lo

podemos observar en la figura 2.27



Fuente: Agile software Development  
With SCRUM, Schwaver, Beede

Figura 2.27 Ciclo de entrega de la programación SCRUM.

Con SCRUM el cliente es pieza fundamental en el desarrollo de software, se entusiasma y se compromete con el proyecto dado que lo ve crecer iteración a iteración. Asimismo le permite en cualquier momento realinear el software con los objetivos de negocio de su empresa, ya que puede introducir cambios funcionales o de prioridad en el inicio de cada nueva iteración. Esta forma de trabajo promueve la innovación, motivación y el compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades. SCRUM genera algunas ventajas a diferencia de otras metodologías ágiles entre ellas:

- **Cumplimiento de expectativas:** El cliente establece sus expectativas indicando el valor que aporta a cada requisito / **historia** del proyecto, el equipo los estima y con esta información el propietario del producto establece su prioridad.
- **Flexibilidad a cambios:** Genera una alta capacidad de reacción ante los cambios de requerimientos generados por necesidades del cliente o evoluciones del mercado. La

metodología está diseñada para adaptarse a los cambios de requerimientos que conllevan los proyectos complejos.

- **Reducción del tiempo:** El cliente puede empezar a utilizar las funcionalidades más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo.
- **Mayor calidad del software:** La forma de trabajo y la necesidad de obtener una versión funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de calidad superior.
- **Mayor productividad:** Se consigue entre otras razones, gracias a la eliminación de la burocracia y a la motivación del equipo que proporciona el hecho de que sean autónomos para organizarse.
- **Maximiza el retorno de la inversión (ROI):** Producción de software únicamente con las prestaciones que aportan mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.
- **Predicciones de tiempos:** Mediante esta metodología se conoce la velocidad media del equipo por sprint (los llamados puntos historia), con lo que consecuentemente, es posible estimar fácilmente para cuando se dispondrá de una determinada funcionalidad que todavía está retrasada.
- **Reducción de riesgos:** El hecho de llevar a cabo las funcionalidades de más valor en primer lugar y de conocer la velocidad con que el equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos eficazmente de manera anticipada.

Podemos observar de manera grafica el funcionamiento de SCRUM, la cual se muestra en la figura 2.28



Fuente: Agile software Development  
 With SCRUM, Schwaver, Beede

Figura 2.28 Funcionamiento de la metodología SCRUM.

La totalidad de los requerimientos a desarrollar, denominados historias de usuario (“user stories”) son divididos en grupos en función de su prioridad relativa para luego ser implementados en ciclos de esfuerzos relativamente cortos llamados “sprints”; las tareas son organizadas en el equipo de tal manera que las asignaciones y prioridades se revisan diariamente en una reunión breve llamada “SCRUM” que le da su nombre la metodología. En este enfoque se siguen los principales criterios del manifiesto generando así liberaciones parciales incrementales del producto que se esta desarrollando. La evidencia es consistente que al abrazar la hoja de ruta y comprometer las inversiones necesarias para desplegar formalmente esta metodología también se abordan al mismo tiempo aspectos clave del despliegue de prácticas maduras de proceso.

En tal sentido SCRUM ha sido exitosamente comparada contra los requisitos a satisfacer para alcanzar una de evaluación bajo niveles 2 y 3 del modelo CMMI (Shuterland, et al, 2008), (Turner & Jain, 2002). Demostrando así que la ejecución rigurosa satisface a la mayoría de los objetivos necesarios que sirven para obtener estos niveles; las pocas áreas del proceso no cubiertas directamente por no ser requeridos por SCRUM son en la práctica un requisito para el correcto desempeño de una organización dedicada a la construcción de software.

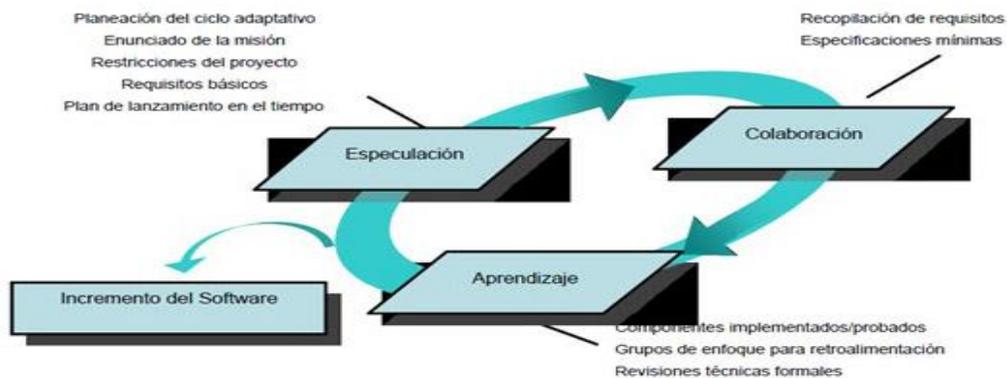
- **Desarrollo adaptativo de software (DAS)**

El desarrollo adaptativo software (DAS) lo propuso Jim Highsmith en 1998 como una técnica para construir software y sistemas complejos. Los apoyos filosóficos del DAS se enfocan en la colaboración humana y la organización propia del equipo. Un enfoque de desarrollo ágil y adaptativo basado en la colaboración es " una fuente de orden en las complejas interacciones entre disciplina e ingeniería". El define el ciclo de vida del DAS, como se muestra en la figura 2.29 el cual incorpora tres fases principales:

- 1) Especulación; en esta fase se inicia el proyecto y se conduce el ciclo adaptativo de planeación. Este último utiliza información de inicio del proyecto, es decir, el enunciado de la misión del cliente, restricciones del proyecto y los requisitos básicos. Esto permite definir el conjunto de ciclos de lanzamiento que se requerirán para el proyecto.
- 2) Colaboración; la gente motivada trabaja de una forma que multiplica su talento y sus salidas creativas más allá de sus números absolutos. Este enfoque de colaboración es un tema recurrente en todos los métodos ágiles, pero la cooperación no es fácil. No solamente es la comunicación, o que la comunicación es parte de ella. No sólo es un asunto de trabajo en equipo, aunque un equipo cuajado es esencial para la presencia de la colaboración real. No es un rechazo al individualismo ya que la creatividad individual representa un papel importante en el pensamiento de colaboración. Esto es, por encima de todo, una cuestión de confianza. Las personas que trabajan juntas deben confiar entre sí para:
  - a) Criticar de forma constructiva
  - b) Ayudar sin resentimientos
  - c) Trabajar más duro de lo que ya lo hace
  - d) Tener el conjunto de actitudes para contribuir al trabajo curso
  - e) Comunicar los problemas o preocupaciones en una forma que conduzca a la acción efectiva
- 3) Aprendizaje; como miembros de un equipo de DAS se comienzan a desarrollar los componentes integrantes de un ciclo adaptativo, la importancia radica en el aprendizaje y en el progreso a través de un ciclo completo. De hecho Highsmith (2002), argumenta que los desarrolladores de software a menudo sobreestima su comprensión (de la tecnología, el proceso y el proyecto), y que el aprendizaje les podrá ayudar a mejorar su grado de

entendimiento real. Los equipos del DAS aprenden de tres maneras:

- a) Grupos enfocados. El cliente o los usuarios finales proporcionan retroalimentación sobre los incrementos de software que se entregan. Esto indica en forma directa la satisfacción o la insatisfacción de las necesidades del negocio.
- b) Revisiones técnicas formales. Los miembros del equipo del DAS revisan los componentes del software desarrollado mientras mejoran su calidad y su aprendizaje.
- c) Post mortem. El equipo de DAS se vuelve introspectivo al vigilar su propio desempeño y proceso con el propósito de aprender acerca de su enfoque y después mejorarlo.



Fuente: Ingeniería de software, un enfoque práctico.

Roger S. Pressman (2006). Editorial Mc Graw Hill

Figura 2.29 Proceso del desarrollo adaptativo de software.

Es importante destacar que la filosofía del DAS es meritoria sin importar el modelo del proceso empleado. La dinámica de la organización propia los equipos, la colaboración interpersonal y el aprendizaje individual conducen a los grupos de proyectos de software con una mayor posibilidad de éxito.

## 2.12 Calidad en el desarrollo de software

Actualmente existe un gran interés por la calidad de los productos o servicios. En el mercado actual que es tan competitivo no basta con producir y distribuir los productos o servicios, vender es lo importante y esto se genera con la aceptación por parte del cliente, se dice que la calidad no tiene un concepto solo se reconoce. Sin embargo la calidad en el software es un concepto complejo que no es directamente comparable con la calidad de un producto. El software se ha convertido en la actualidad en uno de los principales objetivos estratégicos de las organizaciones debido a que, cada día, los procesos mas importantes de las organizaciones y su supervivencia dependen del funcionamiento del software.

Según Pressman (2005), es la concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos y con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario. Otra definición que contempla Vega, Rivera & García (2008) en su libro. Y que es propuesta por la organización internacional de estándares (ISO/IEC DEC 9126): “La totalidad de características de un producto de software que tienen como habilidad, satisfacer necesidades explícitas o implícitas”.

La calidad del software se puede observar en una característica o atributo. Como un atributo, la calidad se refiere a características mensurables, es decir cosas que se pueden comparar para conocer estándares, como longitud, color, propiedades eléctricas y maleabilidad. Sin embargo, el software que es una entidad intelectual, tiene la complejidad de caracterizar los objetos físicos. No obstante, existen mediciones que nos permiten evaluar las características de un programa. Dichas propiedades incluyen complejidad psicósomática, número de puntos de función, líneas de código, etcétera. Cuando se examina un elemento sus características mensurables se pueden encontrar dos tipos de calidad:

- 1) **Calidad de diseño;** la calidad de diseño se refiere a las características que los diseñadores especifican para un elemento.
- 2) **Calidad de concordancia;** la calidad de concordancia es el grado en el que las especificaciones de diseño se aplican durante la fabricación.

En el desarrollo de software la calidad del diseño incluye requisitos, especificaciones y el diseño del sistema. La calidad de concordancia es un tema enfocado principalmente a la implementación. Si el diseño y el sistema resultante satisfacen los requisitos y metas de desempeño, la calidad de concordancia es alta. Glass (1998), argumenta que es conveniente generar una relación más intuitiva.

**Satisfacción del usuario = producto manejable + buena calidad + entrega dentro del presupuesto y tiempo.**

Glass (1998), afirma que la calidad es importante, pero si el usuario no está satisfecho, nada más importa en realidad. De igual forma afirma que la calidad de un producto es una función de cuánto cambia el mundo para mejorar. Esta visión de la calidad afirma que si un software proporciona beneficio sustancial a sus usuarios finales, éstos están dispuestos a tolerar problemas ocasionales en aspectos como la confiabilidad y el desempeño.

- **Control de calidad.**

El control de la variación puede equipararse con el control de calidad. Esto involucra la serie de inspecciones, revisiones y pruebas empleadas a lo largo del proceso del software para garantizar que cada producto del trabajo satisfaga los requisitos que se le han asignado. El control de calidad incluye un bucle de retroalimentación con el proceso que creó el producto del trabajo. La combinación de mediciones retroalimentación permite afinar el proceso cuando los productos de trabajo creados fracasan en cuanto a satisfacer sus especificaciones. Un concepto clave del control de calidad es que todos los productos de trabajo tienen especificaciones definidas mensurables con las cuales se puede comparar la salida de cada proceso. Dicho bucle es esencial para minimizar los efectos producidos.

- **Garantía de la calidad.**

La garantía de la calidad consiste en un conjunto de funciones de auditoría e información que evalúan la efectividad y qué tan completa son las actividades de control de calidad. La meta del aseguramiento de la calidad es presentarle al gestor los datos necesarios para que esté informado acerca de la calidad del producto y por consiguiente que comprenda y confíe en que

la calidad del producto está satisfaciendo las metas y objetivos. Si se identifican problemas en el proceso de aseguramiento de calidad, es responsabilidad del gestor aportarlos y aplicar los recursos necesarios para resolver los conflictos de calidad.

- **Costo de la calidad.**

El costo de la calidad incluye todos los costos que se generan o que demandan el desarrollo de las actividades relacionadas con la calidad. Los estudios de costo de la calidad se llevan a cabo para ofrecer una línea base e identificar oportunidades que reduzcan el costo de calidad y proporcionan una base que sirva de comparación. La base de normalización casi siempre es monetaria, ya que se tienen los datos necesarios para evaluar dónde se encuentran las oportunidades para mejorar los procesos, se puede evaluar el efecto de los cambios en términos monetarios. Los costos de calidad se dividen en:

- 1) Costos asociados con prevención; estos costos incluyen la planificación de la calidad, revisiones técnicas formales, equipo de pruebas y entrenamiento.
- 2) Evaluación y fallas; estos costos incluyen actividades que permiten comprender mejor la condición del producto a través de cada proceso. Algunos ejemplos de costos de valuación incluye ni inspección en el proceso y procesos, calibración y mantenimiento de equipo además de las pruebas correspondientes. Los costos de fallas son aquellos que desaparecerán si no hubiese defectos antes de enviar el producto a los clientes. Estos costos se subdividen en costos de fallas internas y externas.

Se incurren los costos de fallas internas cuando se detecta un defecto en el producto antes del envío, dichos costos incluyen reelaboración, reparación y análisis el modo de falla. Los costos de fallas externas se asocian con defectos detectados después de que el producto ha sido enviado al cliente algunos ejemplos de estos son la resolución de las quejas, devolución y reemplazo del producto, soporte de ayuda en línea y trabajo de garantía.

- **Garantía de la calidad del software.**

El control y la garantía de la calidad son actividades esenciales en cualquier negocio que elabora productos de consumo. En la actualidad, toda compañía tiene mecanismos que

garantizan la calidad en sus productos. De hecho, las afirmaciones explícitas de la preocupación de una compañía por la calidad se ha convertido en una práctica de mercadotecnia durante las décadas pasadas. La historia de la garantía de la calidad en el desarrollo de software avanza paralelamente a la de la calidad en la fabricación del hardware. Durante los primeros días de la computación (décadas de 1950 y 1960), la calidad era responsabilidad exclusiva del programador. Los estándares de garantía de la calidad para el software se introdujeron en los contratos militares durante el decenio de 1970 y se han extendido rápidamente en el desarrollo del software en el mundo de los negocios.

Si se extiende la definición de garantía de la calidad del software podemos decir que es un patrón de acciones sistemático y planificado que se requiere para garantizar la alta calidad en el software. Numerosos y diversos participantes tienen responsabilidad en la garantía de la calidad del software como ingenieros de software, gestores del proyecto, clientes, vendedores y los individuos que participan en el grupo de desarrollo. Las revisiones del software son un filtro para el proceso de software. Esto es, que las revisiones se aplican en varios puntos durante la ingeniería del software y sirven para descubrir errores y defectos que pueden eliminarse. Las revisiones del software purifican las actividades que se han denominado análisis, diseño y codificación. Freedman & Weinberg (1990), abordan el modo siguiente y la necesidad de las revisiones:

" el trabajo técnico necesita revisarse por la misma razón que los lápices necesitan gomas, errar es de humanos. La segunda razón por la que se necesitan las revisiones técnicas es que aunque la gente sea buena al captar algunos de sus propios errores, las grandes clases de errores escapan de su creador con más facilidad de lo que se le escapan a alguien más".

El objetivo principal de las revisiones técnicas formales es descubrir los errores durante el proceso, de modo que no se conviertan en defectos después de liberar el software. El beneficio de las revisiones técnicas formales es el descubrimiento temprano de los errores de modo que ya no se propaguen a la etapa siguiente en el proceso de desarrollo de software.

De acuerdo a los estudios realizados por Vega et al (2008), algunas normativas de calidad en

los sistemas de información y que ayudan a la realización, además de aplicar mejores prácticas en las organizaciones son:

- ISO 9000, gestión y aseguramiento de calidad (conceptos y directrices generales).
- Recomendaciones externas para aseguramiento de la calidad (ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003).
- Recomendaciones externas internas para aseguramiento de la calidad (ISO 9004).
- Malcom Baldrige national quality award.
- Software Engineering Institute (SEI).
- Capability Maturity Model (CMM).
- Six Sigma.

Los sistemas ISO de garantía de calidad fueron creados para ayudar a las organizaciones a garantizar que sus productos y servicios satisfacen las expectativas de los clientes al cumplir las especificaciones. El estándar ISO 9000 describe un sistema que garantiza la calidad en términos genéricos y que se puede aplicar a cualquier negocio sin importar los productos o servicios ofrecidos. ISO 9000 requiere que los sistemas de operaciones de calidad y una compañía se sometan a revisión de auditores de una tercera entidad, el cual tiene conocimiento del estándar y de su funcionamiento. Antes del registro exitoso, los auditores extienden a la compañía un certificado de la organización que representan. Entrevistas de auditoría semianuales garantizan la concordancia continua con el estándar.

El estándar de garantía de la calidad que se aplica en la ingeniería del software es el ISO 9001: 2000. Este estándar contiene 20 requisitos que deben estar presentes para generar un sistema eficiente de garantía de la calidad. Puesto que el estándar 9001: 2000 es aplicable a todas las disciplinas de ingeniería, se ha desarrollado un conjunto especial de directrices que permiten interpretar el estándar para emplearlo en el proceso de software. Los requisitos que especifica el estándar abordan tópicos como responsabilidad de la gestión, sistema de calidad, revisión de contrato, control de diseño, control de documentos y datos, identificación y seguimiento del producto, control de proceso, inspección y pruebas, acciones correctivas y preventivas, control

de registros de calidad, auditorías de calidad interna, entrenamiento, servicio y técnicas estadísticas.

Una organización de software obtendrá el registro ISO 9001:2000 si establece políticas y procedimientos para abordar cada uno de los requisitos anotados además, ser capaz de demostrar que se siguen dichas políticas y procedimientos.

Entre las políticas y procedimientos que se deben de demostrar en una auditoría están las siguientes:

**a) Establecer los elementos de un sistema de gestión de calidad**

- Desarrollar, implementar y mejorar el sistema.
- Definir una política enfatice la importancia del sistema.

**b) Documentar el sistema de calidad**

- Describir el proceso.
- Producir un manual operativo.
- Desarrollar métodos para controlar los documentos.
- Establecer métodos para la conservación de registros.

**c) Soporte del control y la garantía de calidad**

- Promover la importancia de la calidad entre todos los participantes.
- Enfocarse en la satisfacción del cliente.
- Definir un plan de calidad que aborde objetivos, responsabilidades de autoridad.
- Definir mecanismos de comunicación entre los participantes.

**d) Establecer mecanismos de revisión para el sistema de gestión de calidad**

- Identificar métodos de revisión y mecanismos de retroalimentación.
- Definir procedimientos de seguimiento.
- Identificar recursos de calidad que incluyan personal, entrenamiento, elementos de infraestructura.

**e) Establecer mecanismos de control**

- Para planeación.
- Para requisitos del cliente.

- Para actividades técnicas, por ejemplo análisis diseño y pruebas.
- Para supervisión y gestión del proyecto.

#### **f) Definir métodos para corrección**

- Valorar los datos y métricas de calidad.
- Definir enfoques para procesos continuos y de mejora de la calidad.

Según Dunn y Ullman(1982), "el aseguramiento de la calidad del software es el mapeo de los preceptos gerenciales y las disciplinas de diseño de la garantía de calidad en el espacio gerencial y tecnológico aplicable del ingeniería del software".

La habilidad para garantizar la calidad es la medida de una disciplina de ingeniería madura. Cuando el mapeo se logra de manera exitosa el resultado es la aplicación de la ingeniería de software en un nivel de madurez.

#### **2.12.1 Elementos que permiten evaluar la calidad en el software.**

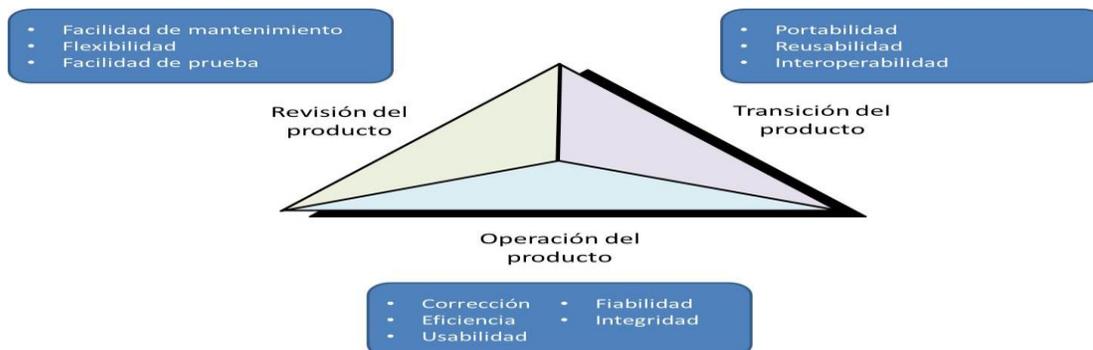
Según Juran (1992), la calidad, para poder ser entendida de una mejor manera y posteriormente ser medida con eficacia, debe ser expresada por medio de otros términos que tengan más sentido para el usuario. En el caso del software. Estos factores son el medio por el cual se traduce el término "calidad" al lenguaje de las personas que manejan la tecnología.

Los factores de calidad que afectan a la calidad del software se dividen en dos grandes grupos:

- 1) Los que miden directamente (defectos descubiertos en las pruebas).
- 2) Los que se miden indirectamente (facilidad de uso o de mantenimiento).

En cada caso debe presentarse una medición. Se debe comparar el software con algún conjunto de datos y obtener así algún indicio sobre la calidad. McCall, Richards & Walters (1977), propusieron una clasificación de los factores que afectan directamente a la calidad del software. Estos factores se muestran en la figura 2.30 En ella se concentran tres aspectos importantes de un software:

- 1) Características operativas.
- 2) Capacidad para experimentar cambios.
- 3) Capacidad para adaptarse a nuevos entornos.



Fuente: Ingeniería de software, un enfoque práctico.

Roger S. Pressman (2006). Editorial Mc Graw Hill

Figura 2.30 Factores de la calidad del software según McCall.

A continuación se describen los factores que propone McCall, Richards & Walters.

- **Corrección.**

El grado en que el programa cumple con su especificación y satisfacer los objetivos que propuso el cliente.

- **Confiabilidad.**

El grado en que se esperaría que un programa desempeña su función con la precisión requerida.

- **Eficiencia.**

La cantidad de código y de recursos de cómputo necesarios para que un programa realice su función.

- **Integridad.**

El grado de control sobre el acceso al software o los datos por parte de las personas no autorizadas.

- **Facilidad de uso.**

El esfuerzo necesario para aprender, operar y preparar los datos de entrada de un programa interpretan la salida.

- **Facilidad de mantenimiento.**

El esfuerzo necesario para localizar y corregir un error en un programa.

- **Flexibilidad.**

El esfuerzo que demanda probar un programa con el fin de asegurar que realiza su función.

- **Portabilidad.**

El esfuerzo necesario para transferir el programa de un entorno de hardware o software a otro.

- **Facilidad de reutilización.**

El grado en que un programa o partes de él pueden reutilizarse en otras aplicaciones(en relación con el empaquetamiento y el alcance de las funciones que realiza el programa).

- **Interoperabilidad.**

El esfuerzo necesario para acoplar un sistema con otro.

Es difícil y en algunos casos imposible, desarrollar medidas directas<sup>4</sup> de estos factores de la calidad. En realidad, muchas de las métricas que definen McCall et al. Sólo se miden de forma subjetiva. Ya que es común que las métricas adquieran la forma de una lista de comprobación que se emplea para “asignar una graduación” a atributos específicos del software. Vega et al. (2008), proponen un modelo con métricas distintas al propuesto por McCall y que ha sido utilizado y comprobado en distintos proyectos de desarrollo de software. Los factores que conforman al modelo y su descripción, se presentan a continuación.

- **Corrección.**

El grado en que un producto de software satisface sus especificaciones y consigue los objetivos de la misión encomendada por el usuario.

- **Confiabilidad.**

El grado en que se puede esperar que un producto de software lleve a cabo sus funciones esperadas con la precisión requerida.

- **Eficiencia.**

---

<sup>4</sup> Una medida directa indica que solo es posible contar un valor que proporciona una indicación directa del atributo que se examina, por ejemplo, el “tamaño” de un programa se mide directamente al contar el número de líneas de código.

La cantidad de recursos computacionales y de código requeridos por un producto de software para llevar a cabo las funciones encomendadas.

- **Integridad.**

El grado en que puede controlarse (facilitar y restringir) el uso y acceso al software y a los datos, tanto al personal autorizado como al no autorizado.

- **Facilidad de uso.**

El esfuerzo requerido para aprender, trabajar, preparar la entrada e interpretar la salida de un producto de software.

- **Facilidad de mantenimiento.**

El esfuerzo necesario para localizar y corregir los errores en un producto de software.

- **Flexibilidad.**

El esfuerzo requerido para modificar un producto de software una vez que se encuentra ya liberado o en producción, esto es, una vez que el usuario esté haciendo uso de él.

- **Facilidad de prueba.**

El esfuerzo requerido para probar un producto de software, de tal forma que se asegure que realiza las funciones especificadas por el usuario.

- **Portabilidad.**

El esfuerzo requerido para transferir un producto de software de una plataforma (entorno de hardware y software) a otra.

- **Reusabilidad.**

El grado en que un producto de software (o alguna de sus partes) pueda volver a ser utilizado en otras aplicaciones, aún cuando la funcionalidad de la misma cambie.

- **Facilidad de interoperación.**

El esfuerzo requerido para lograr que un producto de software trabaje con otro, compartiendo recursos.

### 2.12.2 Medidas, métricas e indicadores

La medición asigna números o símbolos a atributos de entidades reales. Esto requiere un modelo de medición que abarque un conjunto existente de reglas. En el contexto de la

ingeniería del software una medida proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, la cantidad, la dimensión, la capacidad o el tamaño de algún atributo de un producto o proceso. La medición ocurre como resultado de la recopilación de uno o más puntos de datos. Una métrica de software relaciona de alguna manera las medidas individuales, de igual manera un ingeniero de software recopila medidas y desarrolla métricas para obtener los indicadores.

Un indicador es una métrica o una combinación de métricas que proporcionan conocimientos acerca del proceso del desarrollo de software, un proyecto de software o el propio producto. Un indicador proporciona conocimientos que permiten a los ingenieros de software ajustar el proceso, el proyecto o el producto para que las cosas mejoren. Existe la necesidad de medir y controlar la complejidad en el desarrollo del software, debe de tenerse la posibilidad de desarrollar medidas de diferentes atributos internos del programa. Estas medidas y las métricas derivadas de ellas se utilizan como indicadores independientes de la calidad de los modelos de análisis y diseño.

Antes de generar e introducir una serie de métricas del producto debemos contemplar que se:

- 1) Deben de ayudar a evaluar los modelos de análisis y diseño.
- 2) Deben ofrecer una indicación de la complejidad de los diseños procedimentales y el código fuente.
- 3) Deben de facilitar el diseño de pruebas más efectivas.

Es importante comprender los principios básicos de la medición. Según Roche (1994), sugiere un proceso de medición en el que se caracterizan cinco actividades primordiales las cuales son:

- 1) Formulación. La derivación de medidas y métricas apropiadas para la representación del software que se considera.
- 2) Recolección. El mecanismo con que se acumulan los datos necesarios para derivar las métricas formuladas.
- 3) Análisis. El cálculo de las métricas y la aplicación de herramientas matemáticas.
- 4) Interpretación. La evaluación de las métricas en un esfuerzo por conocer mejor la calidad de

la representación.

5) Retroalimentación. Recomendaciones derivadas de la interpretación de las métricas del producto transmitidas al equipo del software.

Las métricas del software sólo serán útiles si están caracterizadas de manera efectiva y se validan para probar su valor. Según Lethbridge (2003), los siguientes principios son representativos de muchos otros que podrían proponerse para caracterizar y validar las métricas. Una métrica debe tener propiedades matemáticas deseables. Es decir, el valor de la métrica debe estar en un rango significativo por ejemplo, de cero a uno, donde cero realmente significa ausencia, uno indica el valor máximo y 0.5 representa el punto medio. Además, una métrica pretende estar en una escala racional no debe contar con componentes que sólo se miden en una escala ordinal. Cuando una métrica representa una característica de software que aumenta cuando se presentan rasgos positivos o que disminuya al encontrar rasgos indeseables, el valor de la métrica debe aumentar o disminuir en el mismo sentido.

Cada métrica debe validarse empíricamente en una amplia variedad de contextos antes de publicarse o aplicarse la toma de decisiones. Una métrica debe medir el factor de interés, independientemente de otros factores. Debe crecer para aplicarse a sistemas grandes y funcionar en diversos lenguajes de programación y dominios de sistemas. Aunque la formulación, caracterización y validación son críticas, la recopilación y el análisis son las actividades que dirigen el proceso de medición. Roche(1994) sugiere las siguientes directrices para estas actividades:

- 1) Siempre que sea posible deben automatizarse la recopilación de datos y su análisis.
- 2) Deben aplicarse técnicas estadísticas válidas para establecer relaciones entre los atributos internos del producto y las características externas de la calidad.
- 3) Para cada métrica deben establecerse directrices y recomendaciones para la interpretación.

Se han propuesto cientos de métricas para el desarrollo de software pero no todas proporcionan un soporte práctico para el ingeniero de software. Algunas exigen mediciones demasiado complejas otras son demasiado especializadas que pocos profesionales podrían

comprenderlas y otras más violan las nociones básicas de lo que es el software de alta calidad. Ejiogu (1991), define un conjunto de atributos que toda métrica efectiva del software debe abarcar. La métrica derivada y las medidas que llevan a ella deben ser:

- Simples e incalculables. Debe ser relativamente fácil aprender a derivar la métrica y su cálculo no debe exigir cantidades anormales de tiempo o esfuerzo.
- Empírica e intuitivamente persuasivas. La métrica debe satisfacer las nociones intuitivas del ingeniero acerca del atributo del producto que se está construyendo.
- Consistentes y objetivas. La métrica siempre debe arrojar resultados que no permitan ambigüedad alguna.
- Consistentes en el uso de unidades y dimensiones. El cálculo matemático de la métrica debe emplear medidas que no lleven a combinaciones extrañas de unidades.
- Independientes del lenguaje de programación. Las métricas deben basarse en el modelo de análisis o diseño o en la estructura del propio programa.
- Mecanismos efectivos para la retroalimentación de alta calidad. Es decir, la métrica debe llevar a un producto final de la más alta calidad.

Aunque casi todas las métricas de software satisfacen esos atributos, algunas métricas de uso común no cumplen con una o dos de ellas. Aunque se ha propuesto una amplia variedad de taxonomía en métricas, el siguiente esquema atiende a las cuatro más importantes en el desarrollo del software.

- **Métricas para el modelo de análisis.** Estas métricas atienden varios aspectos de la etapa de análisis en donde se incluyen:
  - Funcionalidad entregada. Proporciona una medida indirecta de la funcionalidad que se empaqueta con el software.
  - Tamaño del sistema. Mide el tamaño general del sistema, definido desde el punto de vista de la información disponible como parte del modelo de análisis.
  - Calidad de la especificación. Proporciona un indicador específico o el grado en que se ha completado la especificación de los requisitos.
- **Métricas para el modelo de diseño.** Estas métricas cuantifican los atributos del diseño de

manera tal que le permiten al ingeniero de software evaluar la calidad del diseño, la métrica incluye:

- Métricas arquitectónicas. Proporcionan un indicio de la calidad del diseño arquitectónico.
- Métricas al nivel de componente. Mide la complejidad de los componentes del software y otras características que impactan la calidad.
- Métricas de diseño de la interfaz. Se concentran principalmente en la facilidad de uso.
- Métricas especializadas en diseño orientado a objetos. Miden características de clases, además de las correspondientes a comunicación y colaboración.
- **Métricas para el código fuente.** Estas métricas miden el código fuente y se usan para evaluar su complejidad, además de la facilidad con que se mantiene y prueba entre otras características como:
  - Métricas de complejidad. Miden la complejidad lógica del código fuente.
  - Métricas de longitud. Proporcionan un indicio del tamaño del software.
- **Métricas para pruebas.** Estas métricas ayudan a diseñar casos de prueba efectivos y evaluar la eficacia de las pruebas en donde se incluyen:
  - Métricas de cobertura de instrucciones y ramas. Lleva al diseño de casos de prueba que proporcionan cobertura del programa.
  - Métricas relacionadas con los defectos. Se concentran en encontrar defectos y no en las propias pruebas.
  - Efectividad de la prueba. Proporciona un indicio en tiempo real de la efectividad y de las pruebas aplicadas.
  - Métricas en el proceso. Métrica relacionadas con el proceso de las pruebas.

En muchos casos las métricas de un modelo pueden aplicarse en actividades posteriores de la ingeniería del software. Por ejemplo, las métricas de diseño se utilizan para estimar el esfuerzo requerido para generar código fuente.

### 2.13 Lenguajes de programación

A lo largo de las últimas décadas han surgido infinidad de lenguajes de programación que han

permitido el desarrollo de plataformas, las cuales han facilitado desarrollar el trabajo de los procesos esenciales de las organizaciones en todo el mundo, permitiendo así disminuir los costos y los tiempos que se tienen contemplados para su desarrollo. Hay gran cantidad de lenguajes de programación, algunos que han evolucionado a lo largo del tiempo y siguen vigentes, otros han sido operativos durante un periodo de tiempo y que en la actualidad ya no se usan. Dada esta gran variedad de ellos no se pretende analizarlos todos, sino mas bien dar un una visión de diversos tipos y comentar de algunos de ellos.

Los lenguajes de programación utilizan caracteres del “alfabeto” para comunicarse con las computadoras. Las primeras computadoras sólo utilizaban informaciones numéricas digitales y los primeros lenguajes de programación se escribieron en este tipo de código denominado maquina, el cual estaba conformado por 1’s y 0’s. Esto fue lo que hizo que los lenguajes de programación evolucionarán y utilizaran juegos de caracteres similares a los usados por el ser humano. Al igual que los lenguajes utilizados por el ser humano el inglés o el español poseen una estructura (gramática o sintaxis) y un significado (semántica). Así que definiremos que un lenguaje de programación lo definiremos como un conjunto de reglas, símbolos y palabras especiales que permiten construir un programa.

Un programa es una secuencia de instrucciones que indican al *hardware* de una computadora qué operaciones debe realizar con los datos. Los programas pueden estar incorporados al propio *hardware*, o bien pueden existir de manera independiente en forma de *software*. En algunas computadoras especializadas las instrucciones operativas están incorporadas en el sistema de circuitos; entre los ejemplos más comunes pueden citarse los microordenadores de las calculadoras, relojes de pulsera, motores de coches y hornos microondas. Por otro lado, una computadora de uso general, contiene algunos programas incorporados en la memoria ROM o instrucciones, pero depende de programas externos para ejecutar tareas útiles. Una vez programado, podrá hacer tanto o tan poco como le permita el *software* que lo controla en determinado momento.

El *software* de uso más generalizado incluye una amplia variedad de programas de

aplicaciones, es decir, instrucciones a la computadora acerca de cómo realizar diversas tareas. Los programadores, que dedicaron tanto tiempo y esfuerzo al aprendizaje de la programación de un cierto tipo de computadora, se veían obligados a aprender un nuevo estilo de programación cada vez que trabajaban con otra máquina. Lo que se necesitaba era un método abreviado en el que un enunciado simbólico pudiera representar una secuencia de numerosas instrucciones en lenguaje máquina, y un método que permitiera que el mismo programa pudiera ejecutarse en varios tipos de máquinas. Estas necesidades llevaron al desarrollo de lenguajes de alto nivel.

Los lenguajes de alto nivel suelen utilizar términos del idioma inglés del tipo “list”, “print” u “open”, entre otros como comandos que representan una secuencia de decenas o de centenas de instrucciones en lenguaje máquina. Los comandos se introducen desde el teclado, desde un programa residente en la memoria o desde un dispositivo de almacenamiento, y son interceptados por un programa que traduce a las instrucciones en lenguaje máquina. Los programas traductores son de dos tipos: intérpretes y compiladores. Con un intérprete, los programas que repiten un ciclo para volver a ejecutar parte de sus instrucciones, reinterpretan la misma instrucción cada vez que aparece.

Por consiguiente, los programas interpretados se ejecutan con mucha mayor lentitud que los programas en lenguaje máquina. Por el contrario, los compiladores traducen un programa íntegro a lenguaje máquina antes de su ejecución, por lo cual se ejecutan con tanta rapidez como si hubiesen sido escritos directamente en lenguaje máquina. Los diseños de los lenguajes y los métodos de implementación han evolucionado de manera continua desde que aparecieron los primeros lenguajes de alto nivel en la década de los 50. Los lenguajes más antiguos han experimentado revisiones periódicas para reflejar la influencia de otras áreas de la computación; los más nuevos reflejan un conjunto de experiencias adquiridas en el diseño y de usos de estos, así como otros lenguajes más antiguos. Algunas de las principales influencias en la evolución de lenguajes de programación se listan a continuación:

- 1) Capacidades de las computadoras. Las computadoras han evolucionado de las máquinas pequeñas lentas y costosas a las microcomputadoras y supercomputadoras de hoy.

- 2) Aplicaciones. El uso de la computadora se ha difundido rápidamente, de la concentración de aplicaciones militares, científicas e industriales de los años 50 a las aplicaciones en computadoras personales y en casi todas las áreas de la actividad humana.
- 3) Métodos de programación. Los diseños de lenguajes han evolucionado para reflejar la cambiante comprensión de los buenos métodos y para reflejar los cambios en el entorno en el cual se efectúa la programación.
- 4) Métodos de implementación. El desarrollo de mejores métodos a influir en la selección de las características que se habrán de incluir en los nuevos diseños.
- 5) Estudios teóricos. La investigación de las bases conceptuales del diseño e implementación de lenguajes han profundizado el entendimiento de las fortalezas y debilidades de los lenguajes, por tanto, ha influido en la inclusión de estas características en los no diseños de lenguajes de programación.
- 6) Estandarización. La necesidad de lenguajes estándares que se puedan implementar con facilidad en una variedad de computadoras y que permita que los programas se podrán transportar de una computadora a otra es una de las principales características de la evolución de los diseños de los lenguajes de programación.

Un lenguaje de programación es un lenguaje especial, no natural, diseñado con un vocabulario, morfología y sintaxis muy simple y rígida. Además de ser orientado a la programación en instrucciones elementales cuya ejecución se ha determinado por un sistema físico que da lugar a la realización de una tarea.

- Sintaxis

La sintaxis es el conjunto de reglas que gobiernan la construcción o formación de sentencias válidas en un lenguaje. La sintaxis de un lenguaje es el aspecto que ofrece el programa, es decir, proporciona las reglas que indican cómo se escriben los enunciados, declaraciones y otras construcciones de lenguaje.

- Semántica

La semántica es el conjunto de reglas que proporcionan el significado de una sentencia o instrucción de lenguaje. La semántica es el significado que se da a las diversas construcciones sintácticas. Existen diversos lenguajes y paradigmas de programación que se han diseñado

para facilitar la tarea de la programación en diferentes ámbitos. Algunos de los primeros lenguajes de programación los podemos observar en la tabla 2.11

Tabla 2.11 Primeros lenguajes de programación.

| Lenguaje | Origen del nombre  | Año  | usos/comentarios   |
|----------|--|------|--|
| FORTRAN  | FORmula TRANslation<br>(Traducción de fórmulas)  | 1954 | Diseñado en un principio para usos científicos y de ingeniería, se trata de un lenguaje compilado de alto nivel que hoy se utiliza en numerosos campos. Precursor de diversos conceptos, como las variables, las instrucciones condicionales y las subrutinas compiladas por separado. |
| COBOL    | COmmon Business-Oriented Language<br>(Lenguaje simbólico de programación orientado a aplicaciones comerciales) | 1959 | Lenguaje de programación semejante al idioma inglés, que hace hincapié en las estructuras de datos. De amplia utilización, principalmente en empresas.   |
| ALGOL    | ALGOrithmic Language<br>(Lenguaje algorítmico)   | 1960 | Primer lenguaje de programación procedural estructurado, utilizado sobre todo para resolver problemas matemáticos.   |
| LISP     | LISt Processing<br>(Procesamiento de listas)   | 1960 | Lenguaje de programación orientado a la generación de listas, utilizado principalmente para manipular listas de datos. Lenguaje interpretado que suele utilizarse en las investigaciones y está considerado como el lenguaje estándar en proyectos de inteligencia artificial.         |
| APL      | A Programming Language<br>(Un lenguaje de programación)  | 1961 | Lenguaje interpretado que utiliza un amplio conjunto de símbolos especiales y que se caracteriza por su brevedad. Utilizado fundamentalmente por los matemáticos.  |
| PL/1     | Programming Language<br>(Lenguaje de programación uno)   | 1964 | Diseñado para combinar las principales virtudes del FORTRAN, COBOL y ALGOL, se trata de un lenguaje de programación complejo. Compilado y estructurado, es capaz de gestionar errores y de   |

|          |  |  |      |   |
|----------|--|--|------|---|
| BASIC    | Beginners Symbolic Code(Código de instrucciones multipropósito principiantes)                  | All-Purpose Instruction de simbólicas para | 1965 | procesar multitareas, y se emplea en entornos académicos y de investigación.<br>Lenguaje de programación de alto nivel, utilizado con frecuencia por programadores principiantes.                             |
| LOGO     | Derivado del griego <i>logos</i> , 'palabra'.  |  | 1968 | Lenguaje de programación que suele utilizarse con niños. Presenta un sencillo entorno de dibujo y varias prestaciones de mayor nivel del lenguaje LISP. Fundamentalmente educativo.                           |
| PILOT    | Programmed Language Or Teaching (Consulta, lenguaje o aprendizaje de investigación programada) | Inquiry, Teaching                          | 1969 | Lenguaje de programación utilizado fundamentalmente para crear aplicaciones destinadas a instrucciones asistidas por computadora. Se caracteriza por utilizar un mínimo de sintaxis.                          |
| FORTH    | Lenguaje de cuarta generación (FOuRTH)   |  | 1970 | Lenguaje estructurado e interpretado de fácil ampliación. Ofrece una alta funcionalidad en un espacio reducido.   |
| Pascal   | Blaise matemático e inventor del primer dispositivo de computación.                            | PASCAL,                                    | 1971 | Lenguaje compilado y estructurado basado en ALGOL. Agrega tipos y estructuras de datos simplificando la sintaxis. Al igual que el C, se trata de un lenguaje de programación estándar para microcomputadoras. |
| C        | Predecesor del lenguaje de programación B, fue desarrollado en Bell Laboratory, en 1972        |  | 1972 | Lenguaje de programación compilado y estructurado, que suele utilizarse en numerosos lugares de trabajo porque sus programas pueden transferirse fácilmente entre distintos tipos de computadoras.            |
| ADA      | Augusta ADA Byron  |  | 1979 | Derivado de Pascal, utilizado principalmente por los militares.   |
| Modula-2 | Modular diseñado secundaria  | LAnge-2, como fase de Pascal               | 1980 | Lenguaje que hace hincapié en la programación modular. Es un lenguaje de alto nivel basado en   |

|        |  |      |  |
|--------|--|------|--|
|        | (diseñados ambos por Niklaus Wirth)        |      | Pascal, que se caracteriza por la ausencia de funciones y procedimientos estandarizados. |
| C++    | Programación de sistema orientado a objeto | 1983 | Lenguaje compilado   |
| MATLAB | Cálculos matemáticos                       | 1984 | Lenguaje interpretado  |
| Perl   | Procesamiento de cadenas de caracteres     | 1987 | Lenguaje interpretado  |
| Java   | Programación orientada a Internet          | 1995 | Lenguaje intermediario   |
| PHP    | Desarrollo de sitios web dinámicos         | 1995 | Lenguaje interpretado  |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

### 2.13.1 Tipos de programación

Existen varias clases de programación, dependiendo de los métodos utilizados y las técnicas empleadas. Entre las más destacadas en la actualidad se encuentran:

#### 1) Programación estructurada (PE)

La programación estructurada esta compuesta por un conjunto de técnicas que han ido evolucionando aumentando considerablemente la productividad del programa reduciendo el tiempo de depuración y mantenimiento del mismo.

Esta programación estructurada utiliza un número limitado de estructuras de control, reduciendo así considerablemente los errores. Esta técnica incorpora:

- Diseño descendente (top-down): el problema se descompone en etapas o estructuras jerárquicas.
- Recursos abstractos (simplicidad): consiste en descompones las acciones complejas en otras más simples capaces de ser resueltas con mayor facilidad.
- Estructuras básicas: existen tres tipos de estructuras básicas:
  - Estructuras secuéciales: cada acción sigue a otra acción secuencialmente. La salida de una acción es la entrada de otra.
  - Estructuras selectivas: en estas estructuras se evalúan las condiciones y en función del resultado de las mismas se realizan unas acciones u otras. Se utilizan expresiones lógicas.
  - Estructuras repetitivas: son secuencias de instrucciones que se repiten un número

determinado de veces.

### **Ventajas de la programación estructurada son:**

- Los programas son mas fáciles de entender.
- Se reduce la complejidad de las pruebas.
- Aumenta la productividad del programador.
- Los programas queden mejor documentados internamente.

Un programa esta estructurado si posee un único punto de entrada y sólo uno de salida, existen de "1 a n" caminos desde el principio hasta el fin del programa y por último, que todas las instrucciones son ejecutables sin que aparezcan bucles infinitos.

### **2) Programación modular**

La programación modular consta de varias secciones dividas de forma que interactúan a través de llamadas a procedimientos, que integran el programa en su totalidad. En la programación modular, el programa principal coordina las llamadas a los módulos secundarios y pasa los datos necesarios en forma de parámetros. A su vez cada modulo puede contener sus propios datos y llamar a otros módulos o funciones.

### **3) Programación orientada a objetos (POO)**

Se trata de una técnica que aumenta considerablemente la velocidad de desarrollo de los programas gracias a la reutilización de los objetos. El elemento principal de la programación orientada a objetos es el objeto. El objeto es un conjunto complejo de datos y programas que poseen estructura y forman parte de una organización. Un objeto contiene varios datos bien estructurados y pueden ser visibles o no dependiendo del programador y las acciones del programa en ese momento. El análisis orientado a objetos se basa en conceptos sencillos, que se aplican continuamente: objetos de atributos, el todo y las partes, clases y miembros. La idea principal de la programación orientada a objetos es construir programas que utilizan objetos de software. Un objeto puede considerarse como una entidad independientemente de cómputo con sus propios datos y programación.

En la programación orientada a objetos, los objetos tienen una correspondencia estrecha con los objetos reales, esta correspondencia, facilita la comprensión y el manejo del programa de la computadora. El paradigma orientado a objetos ha sufrido una evolución similar al paradigma de programación estructurada, es decir, primero se empezaron a utilizar los lenguajes de programación estructurados que permiten la descomposición modular de los programas; esto condujo a la adopción de nuevas técnicas de diseño estructuradas y de ahí al análisis estructurado. Las principales características del paradigma de la orientación a objetos son:

- 1) Encapsulación.
- 2) Herencia.
- 3) Polimorfismo.

El software orientado a objetos permite que los objetos independientes se puedan ejecutar en forma simultánea, en procesadores independientes. El análisis orientado a objetos ofrece un enfoque nuevo para el análisis de requisitos es decir, en lugar de considerar al soporte desde una perspectiva clásica de entrada/proceso/salida, como los métodos estructurados clásicos se basa principalmente en modelar al sistema mediante los objetos que forman parte de él y las relaciones estáticas o dinámicas entre estos objetos. El concepto renovador de la programación orientada a objetos es la conjunción de procedimientos de programas a elementos de datos. A esta nueva unión se le llama encapsulamiento y el resultado es un objeto de software.

La programación orientada a objetos ha mejorado de manera esencial la creación del software, pero por sí misma no implica el mejoramiento masivo para la industria de la computación. Las técnicas orientadas a objetos deben combinarse con todos los aspectos disponibles de la automatización del software.

### **Ventajas de la programación orientada a objetos:**

- **Simplicidad:** como los objetos de software son modelos de objetos reales en la aplicación, la complejidad del programa se reduce y su estructura se vuelve clara y simple.
- **Modularidad:** cada objeto forma una entidad separada cuyo funcionamiento interno está

vez acoplado de otras partes del sistema.

- **Facilidad para hacer modificaciones:** es sencillo hacer cambios menores en la representación de los datos o los procedimientos utilizados en un programa orientado a objetos. Las modificaciones hechas en el interior de un objeto no afecta en ninguna otra parte del programa, siempre y cuando se preserve su comportamiento externo.
- **Flexibilidad:** un programa orientado a objetos puede ser manejable al adaptarse diferentes situaciones, porque es posible cambiar los patrones de interacción entre los objetos sin alterarlos.
- **Facilidad para darle mantenimiento:** los objetos pueden más mantenerse por separado, lo que facilita la localización y el arreglo de problemas así como la adición de otros elementos.
- **Reusabilidad:** los objetos pueden emplearse en diferentes programas. Es posible construir programas a partir de componentes prefabricados en una fracción del tiempo requerido para así elaborar nuevos programas desde el principio.

Según Rumbaugh (1991), la técnica de modelado de objetos es un procedimiento que se base en aplicar dicho enfoque a todo el proceso de desarrollo de un sistema, desde el análisis hasta la implementación. Los métodos de análisis y diseño que propone son independientes del lenguaje de programación que se emplee para la implementación. Incluso no tiene que basarse necesariamente en un lenguaje orientado a objetos. La técnica de modelado de objetos de software se basa en una notación gráfica para representar conceptos, dicha metodología consiste en construir un modelo del dominio e ir añadiendo detalles durante la fase de diseño. La técnica de modelado de objetos consta de las siguientes fases:

- 1) **Conceptualización.** Es la primera aproximación al problema que se debe resolver.
- 2) **Análisis.** El analista construyó un modelo del dominio del problema, mostrando sus propiedades más importantes. Los elementos del modelo deben ser conceptos del dominio de aplicación y no conceptos informáticos como estructuras de datos.
- 3) **Diseño del sistema.** El diseñador del sistema toma decisiones de alto nivel sobre la arquitectura del mismo, durante esta fase el sistema se organiza en subsistemas basándose tanto en la estructura del análisis como la arquitectura propuesta.

4) Diseño de objetos. El diseñador de objetos construye un modelo de diseño que se basa en el modelo del análisis, pero incorporando detalles de implementación. El diseño de objetos se centra en las estructuras de datos de algoritmos que son necesarios para implementar cada clase.

5) Implementación. Las clases de objetos y relaciones desarrolladas durante el análisis de objetos se traducen finalmente en una implementación concreta. Durante esta fase se debe tener en cuenta los principios de la ingeniería del software de forma que la correspondencia con el diseño sea directa, el sistema implementado debe ser flexible y extensible.

#### **4) Programación concurrente**

Este tipo de programación se utiliza cuando tenemos que realizar varias acciones a la vez. Se suele utilizar para controlar los accesos de usuarios y programas a un recurso de forma simultánea. Se trata de una programación más lenta y laboriosa, obteniendo unos resultados lentos en las acciones.

#### **5) Programación funcional**

Se caracteriza principalmente por permitir declarar y llamar a funciones dentro de otras funciones.

#### **6) Programación lógica**

Se suele utilizar en la inteligencia artificial y pequeños programas infantiles. Se trata de una programación basada en el cálculo de predicados (una teoría matemática que permite lograr que un ordenador basándose en hechos y reglas lógicas, pueda dar soluciones inteligentes). La programación funcional o estructural, es un paradigma orientado a la expresión de los problemas en términos lógicos para su posterior solución a través de métodos de inferencia y otras técnicas lógicas. La programación orientada a objetos, es un paradigma dirigido al mejoramiento de la calidad del software, por medio de la observación de aspectos tales como la corrección, robustez, extensibilidad, compatibilidad y sobre todo la reusabilidad del software.

Existe en internet una organización que mes a mes determina cuales son los lenguajes más populares y usados por los desarrolladores. Midiendo así su posición, ratings y status. TIOBE

se especializa en la evaluación y el seguimiento de la calidad del software. Mide la calidad de los lenguajes de programación y su usabilidad mediante la aplicación de las normas, que generalmente son aceptadas para su codificación. TIOBE, fue fundada el primero de octubre del 2000 con la ayuda de una gran inversión de SYNSPACE empresa suiza y algunos inversores privados. En la tabla 2.12, podemos observar el ranking de los lenguajes de programación más populares y usados hasta el mes de Junio del 2013, los cuales nos representan las tendencias en los desarrollos de software a la medida.

Tabla 2.12 Ranking de los lenguajes de programación más usados.

| Position Jun 2013 | Position Jun 2012 | Delta in Position | Programming Language | Ratings Jun 2013 | Delta Jun 2012 | Status |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|----------------|--------|
| 1                 | 1                 | =                 | C                    | 17.809%          | +0.08%         | A      |
| 2                 | 2                 | =                 | Java                 | 16.656%          | +0.39%         | A      |
| 3                 | 4                 | ↑                 | Objective-C          | 10.356%          | +1.26%         | A      |
| 4                 | 3                 | ↓                 | C++                  | 8.819%           | -0.54%         | A      |
| 5                 | 7                 | ↑↑                | PHP                  | 5.987%           | +0.70%         | A      |
| 6                 | 5                 | ↓                 | C#                   | 5.783%           | -1.24%         | A      |
| 7                 | 6                 | ↓                 | (Visual) Basic       | 4.348%           | -1.70%         | A      |
| 8                 | 8                 | =                 | Python               | 4.183%           | +0.33%         | A      |
| 9                 | 9                 | =                 | Perl                 | 2.273%           | +0.05%         | A      |
| 10                | 11                | ↑                 | JavaScript           | 1.654%           | +0.18%         | A      |
| 11                | 10                | ↓                 | Ruby                 | 1.479%           | -0.20%         | A      |
| 12                | 12                | =                 | Visual Basic .NET    | 1.067%           | -0.15%         | A      |
| 13                | 17                | ↑↑↑↑              | Transact-SQL         | 0.913%           | +0.21%         | A      |
| 14                | 14                | =                 | Lisp                 | 0.879%           | -0.11%         | A      |
| 15                | 16                | ↑                 | Pascal               | 0.779%           | -0.07%         | A      |
| 16                | 21                | ↑↑↑↑↑             | Bash                 | 0.711%           | +0.09%         | A      |
| 17                | 19                | ↑↑                | PL/SQL               | 0.657%           | +0.02%         | A--    |
| 18                | 13                | ↓↓↓↓↓             | Delphi/Object Pascal | 0.602%           | -0.55%         | A--    |
| 19                | 18                | ↓                 | Ada                  | 0.575%           | -0.11%         | B      |
| 20                | 22                | ↑↑                | MATLAB               | 0.563%           | 0.00%          | B      |

Fuente TIOBE 2013

<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>

## 2.14 Desarrollo de software en proyectos tecnológicos

Como ya lo hemos mencionado el desarrollo de proyectos tecnológicos es importante para un país. Los proyectos de investigación, posibilitan la obtención de resultados científicos y

tecnológicos que pueden redundar en la elevación de las capacidades científicas y del nivel tecnológico de los organismos y de las empresas de la región o del país. Además, de que tienen un carácter pre-competitivo. Las redes temáticas, facilitan las relaciones científicas y la transferencia de conocimientos entre las unidades de investigación de los diferentes países. La capacidad para el desarrollo de una tecnología no es sinónimo de que la empresa que la ha generado sea capaz o pueda valorizarla mediante su introducción directa en el mercado.

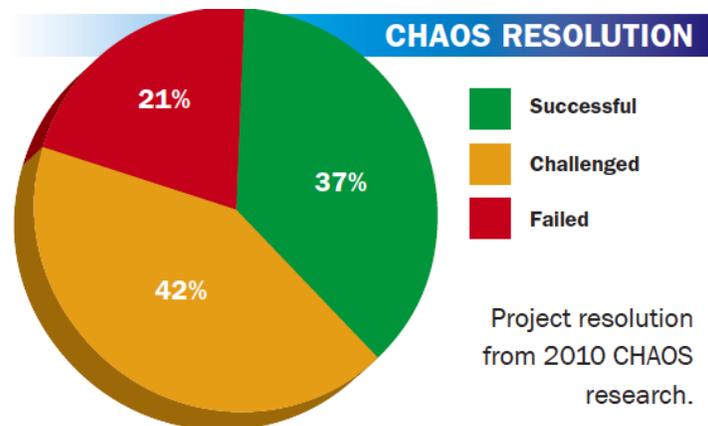
En la mayoría de los casos estas tecnologías no alcanzan el mercado debido a diversos motivos entre los que pueden destacarse los cambios en las expectativas o requisitos de potenciales usuarios que limitan el mercado potencial, pérdida de competitividad por la existencia de una tecnología alternativa, o la inexistencia de una cultura de comercialización. Todo ello hace necesario que la empresa que genera una tecnología potencialmente útil para ser comercializada desarrolle lo que se denomina estrategia de valorización específica. Los procesos por los que las tecnologías avanzadas se comercializan y llegan al mercado son variados y están muy relacionados con los mecanismos de transferencia de tecnología utilizados (Kruth, 2000).

Desde 1968 se comenzó con el desarrollo de proyectos dentro del sector informático, se han detectado graves problemas para cumplir las premisas principales de un proyecto: cumplir con los objetivos de calidad dentro de un tiempo predefinido y con costos prefijados, tal como ocurre en cualquier otro sector. Este fenómeno se conoce como “Crisis del software” y se define como la dificultad existente en desarrollar programas sin errores o defectos, fácilmente comprensibles y que sean verificables. Las causas de la crisis del software parecen ser, entre otras, la complejidad que supone la tarea de programar y los cambios a los que se tiene que ver sometida una aplicación para ser continuamente adaptada a las necesidades de los usuarios.

Conocer, prevenir e intentar mitigar cualquier riesgo al que pueda estar sometido un proyecto de software es probablemente, una tarea inabordable, debido principalmente a la enorme cantidad de amenazas y diversas naturalezas de las mismas que se encuentran presentes desde antes del comienzo del proyecto. No obstante de lo anterior, la realización de un modelo que permita a los directores de proyectos software conocer los principales riesgos a los que puede

estar sometido el proyecto, así como la gravedad de los mismos, desde antes del comienzo del proyecto en función de cierta información básica y en la mayor parte de los casos, disponible, permitiría emplear los pocos recursos normalmente asignados a la gestión de riesgos en los problemas potenciales con mayor probabilidad de ocurrencia teniendo en consideración a su vez la gravedad de los mismos.

Los resultados de las investigaciones de CHAOS-Standish group son los más contrastados a nivel mundial en la industria de las tecnologías de la información y representan una década de datos que incluyen más de 50.000 proyectos y que indican los niveles de éxito o fracaso de los proyectos informáticos, como se muestra en la figura 2.31 El objetivo de estas investigaciones es proporcionar una comprensión de las razones por las que fracasan los proyectos, así como de los principales factores de riesgo y analizar las claves que pueden reducir los fracasos. El objeto de investigación del grupo Standish Group se centra en identificar el alcance de los fracasos del software, los factores principales que causan el fracaso de los proyectos software y los ingredientes clave que pueden reducir el fracaso de los proyectos.



Fuente: Informe CHAOS – Standish group  
CHAOS manifiesto - 2012

Figura 2.31 Evolución del éxito de proyectos de TI.

Por otra parte se determina que los proyectos se cancelan debido, entre otras, a las siguientes causas:

- Requisitos incompletos.
- Falta de participación de los usuarios.
- Falta de recursos.
- Expectativas no realistas.
- Falta de apoyo de los directivos.
- Incompetencia tecnológica.
- Falta de gestión de las TIC.
- Desconocimiento de la tecnología.

La industria del software es una industria joven, de gran tamaño y muy dinámica, donde los motivos que conducen a la creación de software difieren entre los actores que se encuentran involucrados en esta industria (Steinmueller, 2004). Una forma de analizar la interacción entre los actores involucrados en los procesos y actividades de innovación del software es en sistemas sectoriales de innovación (SSI) (Malerba, 2004), ya que este enfoque hace énfasis en la necesidad de identificar a los actores que contribuyen de manera relevante en el desarrollo de conocimiento industrial dentro de un sector.

El software puede ser considerado como un producto o servicio y puede ser de propósito general o especializado, la naturaleza del mercado para la creación de software y el intercambio de actividades y tecnologías le dan soporte. Si se tomara en cuenta la penetración tecnológica de una aplicación como medida para denominar la innovación, en el caso de la tecnología se obviaría la cantidad de innovaciones que se producen concretamente en el mundo del software libre, que no han tenido hasta ahora una penetración de mercado importante (Romeo, 2003). El software empaquetado constituye un componente importante del mercado TIC y este mercado puede ser subdividido en tres grandes segmentos (Chudnovsky, 2001):

1. Software de sistema y utilitarios: incluyen sistemas operativos, lenguajes de programación, herramientas de medición de los sistemas, programas de mantenimiento y seguridad, convertidores, sistemas para el manejo de redes, entre otros.

2. Herramientas de aplicación: abarca todos los programas que les permiten a los usuarios recuperar, organizar, administrar y manipular datos y bases de datos. Incluye también sistemas de administración de base de datos, sistemas de soporte e información para la toma de decisiones, planillas de cálculo y herramientas CASE (Computer-Aided Software Engineering). Este grupo se divide en cuatro grandes categorías:

- Recuperación y acceso a datos.
- Administración de datos.
- Manipulación de datos.
- Diseño y desarrollo de programas.

3. Soluciones de aplicación: son programas diseñados para ofrecer soluciones a problemas propios de una industria, o bien para desempeñar una función específica de los negocios. Este software puede ocuparse de funciones “cross industry” (contabilidad, manejo de recursos humanos, nómina, administración de proyectos, procesamiento de texto y otras actividades de oficina) como también brindar soluciones específicas para mercados verticales (por ejemplo, bancos y sector financiero, manufactura, salud, exploración y explotación de recursos naturales, ...). Algunos de estos programas (procesadores de texto, por ejemplo) pueden ser usados también por usuarios particulares.

En el sector servicios, lo primero a destacar es que, en contraste con lo dicho anteriormente sobre la elaboración de productos, los costos marginales que enfrentan las firmas son elevados. Aún para grandes empresas que hacen desarrollos a medida para dos clientes con requerimientos similares no implica una reducción significativa en el costo del segundo proyecto, ya que el software desarrollado para uno sólo limitadamente puede ser reusado en otros. Se ha estimado que el mayor conocimiento y la experiencia ganada al trabajar en proyectos similares permite ahorrar no más de un 30% del costo total (McKinsey, citado en (Hoch, 1999)).

También hay que tener en cuenta que cuando se trata de hacer desarrollos a medida en proyectos tecnológicos, y a diferencia de lo que ocurre con los productos estandarizados, los riesgos de posibles sobrecostos, demoras, fallas en el desarrollo, por citar algunos, son soportados usualmente por los clientes (Chudnovsky, 2001). Estos pueden quedar “atados” al proveedor original del software por los gastos incurridos en concepto de servicios de capacitación, actualización y corrección de fallas, ampliaciones y modificaciones, que suelen sucederse a la instalación del sistema. Por todo lo anterior se conoce que el software que se usa en proyectos de investigación y en proyectos académicos son basados en software libre por la falta de recursos que son necesarios para el desarrollo de los proyectos. El software libre, en todos sus aspectos, se encuentra asociado con el uso de software de código abierto.

Cada proyecto de desarrollo de software resuelve un problema de características únicas y por lo tanto la forma de resolver estos problemas debe ser analizada de acuerdo al contexto de cada proyecto. Por esta razón surge la necesidad de planificar de qué manera será resuelto el problema, considerando diferentes aspectos como el tamaño y complejidad del proyecto, el nivel de criticidad del producto, la forma de comunicación dentro y fuera del proyecto y la volatilidad de los requisitos, entre otros. Un factor importante a la hora de poder procesar un conjunto de datos, es la calidad de la información que se va a procesar. Cuando se habla del concepto de calidad de información se hace referencia a que se ha de disponer de la información necesaria para el objetivo; por eso la medición de las variables ha de recoger las características propias del atributo que se pretende medir, en este caso, número de defectos y gravedad de los mismos en los resultados de un proyecto software.

De ahí la necesidad de contar con un modelo que permita el desarrollo de software de calidad en proyectos de empresas desarrolladoras de tecnología. Que les permita orientar dicho software hacia las tendencias que se analizan en este capítulo y con las mejores tendencias, que no solo se desarrolle el software por conocer un lenguaje de programación sino lograr los objetivos de las organizaciones a través de sus procesos. Siempre tomando como base el recurso humano que es el que conoce los procesos y va a interactuar directamente con la herramienta tecnológica.

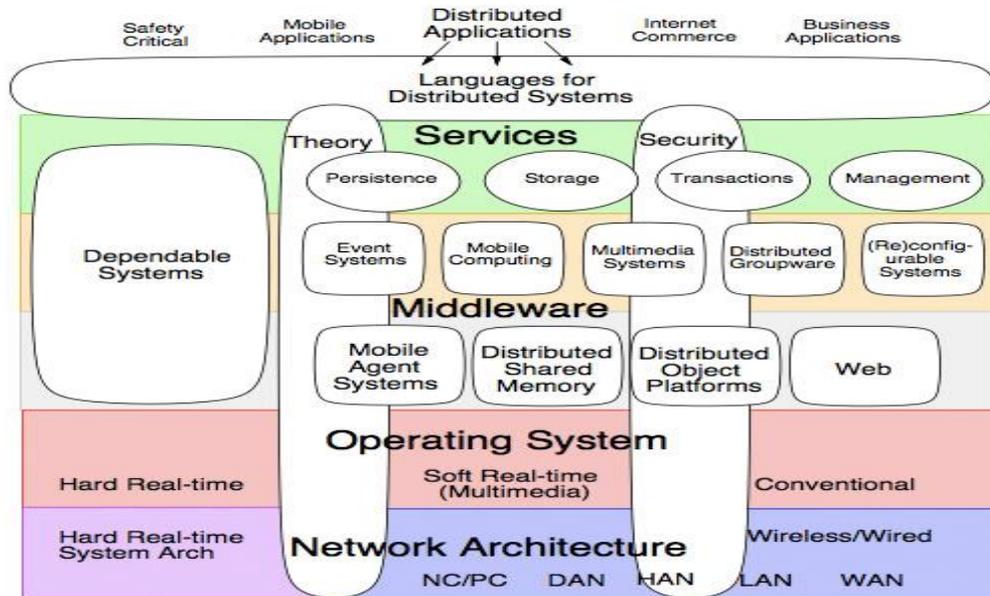
## **2.15 Tendencias en desarrollo de software**

A lo largo de este capítulo se han estado revisando diferentes temas que influyen directa e indirectamente con el desarrollo del software y de como éste influye en nuestro diario vivir. Sabemos que la tecnología está siendo día a día reinventada. Pero en este mundo en el que la tecnología crece de manera exponencial, podemos preguntarnos, ¿Cuales son las ultimas tendencias del software y del desarrollo de su industria. Si bien existen muchas y diversas publicaciones que se enfocan en la parte metodológica y de desarrollo de software, las tendencias y la práctica parecen indicar que para tener éxito en el mercado del desarrollo de software, las empresas y profesionales de este sector necesitan apreciar no sólo el aspecto técnico y metodológico, sino también el contexto del software como negocio y como generador de recursos dentro de la economía tanto local, nacional como mundial (Messerchmitt, 2003).

Las tendencias indican que, así como en el año 2004 en la Industria del Software se destacó el offshore, en el 2006 se destaca el inicio de la formación del complejo ecosistema de la Industria del Software, donde formará una parte importante la relación entre desarrolladores de software, clientes, proveedores (de contenidos y servicios) y socios comerciales (denominados en inglés como: stakeholders) (SandHill, 2006a; Messerchmitt, 2003). La dificultad de la formación de este ecosistema radica, principalmente, en que la industria del software es por naturaleza compleja, ya que existen infinidad de productos complementarios necesarios para desarrollar soluciones, así como procesos complejos de formación de alianzas y establecimiento de estándares, trayendo con ello la necesidad de satisfacer las necesidades de numerosos y diversos stakeholders (Messerchmitt, 2003).

Las organizaciones desarrolladoras de IT han mostrado preocupación por el concepto de “Green IT”, el cual tiene el objetivo de desarrollar tecnologías más amables con el medio ambiente y que buscan promover el uso de la energía de manera más eficiente, empleando materiales biodegradables y menos contaminantes. Según Jhon Bates(1998), director del laboratorio de ingeniería y de comunicaciones de la Universidad de Cambridge en Inglaterra, genero un documento denominado “The state of the art in distributed and dependable

computing”, en el cual propuso un modelo sobre las tendencias en el desarrollo del software y de las TI. Dicho modelo se puede observar en la figura 2.32



Fuente: The state of the art in distributed and dependable computing.

Bates J.(1998). University of Cambridge, UK

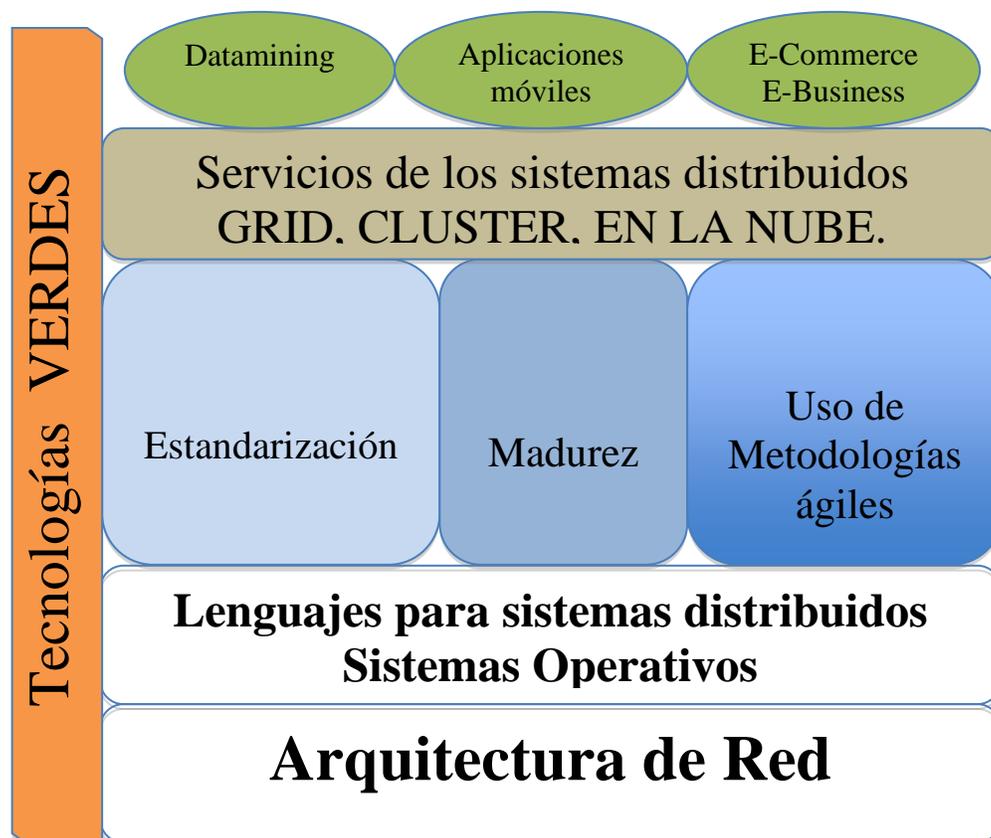
Figura 2.32 Tendencias del software y de las TI

El modelo anterior pone especial énfasis en las áreas de los servicios como las transacciones, sistemas multimedia, software para la administración de los procesos de las organizaciones, además de la informática móvil. De acuerdo a Hegering (2001), podemos distinguir cuatro tipos de movilidad informática:

1. Movilidad terminal, es aquella que hace referencia al dispositivo de acceso que permite la conexión.
2. Movilidad personal, es aquella que hace referencia al usuario del sistema de información móvil.
3. Movilidad de servicio, es aquella que permite la continuidad, adaptabilidad y personalización del servicio según el contexto y el usuario. Todo ello en condiciones de variabilidad de la localización y el acceso.

- Movilidad de sesión, es aquella que implica la independencia de la sesión respecto al tiempo y el lugar de acceso. Se define sesión como las condiciones de personalización y autenticación que el usuario o la red en su defecto establecen para configurar el acceso y el servicio.

Con este modelo se realizó un análisis sobre las tendencias del software ya que el anterior hace mención de distintas arquitecturas de IT y de software que se han venido utilizando en la última década. A continuación se presenta el análisis de las tendencias y las que sus desarrollos tienen un mayor futuro, como se muestra en la figura 2.33



Fuente: Elaboración propia .-2013.

Figura 2.33 Tendencias del software.

Este modelo permite identificar las tendencias. Podemos comenzar con su descripción y como base requiere de algunos elementos como una arquitectura de red que permita la comunicación

a los sistemas operativos y que brinde soporte a los lenguajes de programación que generen sistemas y/o aplicaciones de tipo distribuido, esto es, que permita almacenar, clasificar y generar la información desde diferentes lugares y no de manera centralizada. Es importante mencionar que en las últimas décadas ha existido una necesidad de estandarización de los procesos y etapas que se llevan a cabo para el desarrollo de software, además de que con su implementación les permitirá desarrollar una madurez y poder trabajar sobre metodologías ágiles en el desarrollo del software.

Los sistemas distribuidos son contemplados en este modelo de tendencias, ya que permiten a través de grids, clústers y supercomputadoras, mejorar los tiempos de ejecución de los procesos, agilizando así la toma de decisiones. Impactando así directamente a los procesos de minería de datos, comercio electrónico y negocios electrónicos ejecutados desde cualquier dispositivo móvil. Por último el punto que engloba a todas estas tendencias es el uso del green computing, es decir, el uso de tecnologías que impacten de manera positiva al planeta sin contaminar ni usar energía de más que genere contaminantes y afecte a nuestro planeta. A continuación se describe de manera breve las tendencias más importantes contempladas en el modelo anterior.

- **Aplicaciones móviles**

El teléfono móvil es un dispositivo inalámbrico electrónico basado en la tecnología de ondas de radio, que tiene la misma funcionalidad que cualquier teléfono de línea fija. Su principal característica es su portabilidad, ya que la realización de llamadas no es dependiente de ningún terminal fijo y no requiere ningún tipo de cableado para llevar a cabo la conexión a la red telefónica. Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado funciones adicionales como mensajería instantánea (sms), directorio, juegos, cámara fotográfica, acceso a internet, reproducción de video e incluso GPS y reproductores de música.

Inicialmente los teléfonos móviles sólo permitían realizar llamadas de voz y enviar mensajes de texto. Conforme la tecnología fue avanzando se incluyeron más aplicaciones. Conforme la

tecnología ha ido avanzando se han incluido nuevas opciones a este servicio se le conoce como aplicaciones multimedia para dispositivos móviles. Entre los sistemas operativos mas conocidos para dispositivos móviles, podemos encontrar:

- Android.
- Symbian.
- Windows mobile.
- iPhone OS.
- Blackberry OS.
- Linux.
- Palm OS.

- **Aplicaciones distribuidas para la generación del comercio y del negocio electrónico, datamining y datacenters.**

Es una tecnología que, apoyada en el concepto de Business Intelligence, promueve el uso sistemático y organizado de los datos históricos de una empresa mediante la gestión de grandes volúmenes de datos y modernas técnicas estadísticas. Al gestionar el rendimiento, se pone en marcha una estrategia de control y seguimiento, a través de indicadores de gestión, de los objetivos y estrategias de la organización, de forma que se garantiza su cumplimiento y el ajuste de cualquier desviación de las metas establecidas. Es un concepto que se nutre de tecnologías robustas como gestores de bases de datos, herramientas de elevada capacidad analítica, etcétera.

La gestión de activos digitales (Digital Asset Management, DAM) es el proceso de identificar, clasificar, digitalizar, almacenar y recuperar datos e información no estructurada de todo tipo, con el fin de incrementar la productividad de las organizaciones que manejan grandes volúmenes de información: imágenes, vídeos, libros, documentos legales, mapas, etc. DAM ha irrumpido con fuerza gracias a la robustez de los sistemas de gestión de bases de datos, la potencia de las CPUs, la consolidación de XML como estándar y el aumento de las capacidades de almacenamiento. Destacan en este segmento de mercado IBM, EMC, Open Text, Oracle, Microsoft, Interwoven, Vignette, Hyland Software, Xerox o HP, entre otras.

- **Cloud computing**

Cloud computing es un modelo en el que, ya no sólo el software, sino las capacidades tecnológicas flexibles y escalables se proporcionan a los clientes mediante tecnologías Web, con ventajas que ofrecen valor al negocio como movilidad, reducción de riesgos y costos, procesos de negocio prácticamente estandarizados, etcétera. El cloud computing nos presenta las siguientes ventajas:

- Disminución de costos – Cloud Computing ofrece ventajas a las empresas pequeñas y medianas en términos de reducción de costos. Ya que solamente pagan por lo que utilizan.
- Opciones de almacenamiento escalable – Se puede ampliar sus opciones de almacenamiento para cubrir sus necesidades sin problema, en lugar de tener que salir a comprar hardware costoso.
- Actualizaciones automáticas – No hay necesidad de que el departamento de TI tenga que preocuparse por el pago de actualizaciones futuras en términos de software y hardware.
- Acceso remoto – Los empleados pueden tener acceso a información donde quiera que estén, en lugar de obligarlos a mantenerse en un solo lugar la mayor parte del tiempo para acceder a lo que necesitan.
- Servicio ecológico – Cloud Computing utiliza menos energía que los centros de datos tradicionales lo cual es importante para hoy en día.
- Facilidad de implementación – No hay necesidad de implementar hardware y componentes que pueden tardar varias horas en instalarse.
- Vendedores calificados – ¿Quién preferiría que gestione y proteja sus datos? ¿Microsoft, Google, IBM, Yahoo, Amazon y Saless Force o personal de TI incompetente?
- El tiempo de respuesta – Cloud Computing logra un mejor tiempo de respuesta en la mayoría de los casos que en su hardware de servidor estándar.

- Igualdad de condiciones para nuevas empresas pequeñas – esto permite que las pequeñas empresas compitan más eficazmente con algunas de las empresas más grandes. Esto equilibra el campo de juego.
- Rendimiento y Durabilidad – Ejecute sus sitios web y aplicaciones a un ritmo mucho más rápido con los beneficios de usar un servicio mucho más duradero.

Con todo el análisis realizado podemos decir que las tendencias en el desarrollo de software están enfocadas a desarrollar aplicaciones que trabajen en dispositivos móviles, con interfaces dinámicas y que contengan elementos que puedan ser utilizados con ese tipo de hardware (multimedia para móviles). Además de que dichas aplicaciones trabajan de forma distribuida, generando así la minería de datos y teniendo presente la utilización de tecnología que proteja el medio ambiente y la contaminación del mismo. Así mismo la necesidad de desarrollar software a la medida (fijo o en móvil) basado en instrumentos metodológicos que coadyuven a la sistematización de procesos y al cumplimiento de las metas de las organizaciones y fortalecer así su desarrollo además de brindar un crecimiento económico de la región.





## **Capítulo III. Metodología de la Investigación.**

### **3.1 Descripción de la metodología de la investigación**

En este capítulo se explica la metodología de la investigación utilizada para la realización de este trabajo; se detallan los pasos desarrollados durante la investigación, lo que permitió la identificación de los elementos que se tomaron en cuenta para la generación del modelo de desarrollo de software integral colaborativo como parte de una evaluación de especialistas pertenecientes a empresas que se dedican a desarrollar software, dichas empresas se encuentran en la zona centro-occidente, las cuales tienen la necesidad de implementar una iniciativa de este tipo. El capítulo comienza describiendo como fue abordada la investigación, sus fundamentos y los pasos que se llevaron a cabo, los cuales fueron:

1. Abordar la investigación con sus fundamentos además de generar tablas comparativas de las principales metodologías utilizadas en distintos proyectos en diferentes empresas desarrolladoras de software.
2. Generar el diseño del modelo de la investigación e identificar la naturaleza de la misma.
3. Posteriormente la descripción de la relación de las variables identificadas con los objetivos de la investigación.
4. Determinar la población objetivo, la definición de la muestra para la recopilación de la información y las formas utilizadas para validar y probar la efectividad de las mismas.
5. Y por último la recopilación, medición y validación de la información.

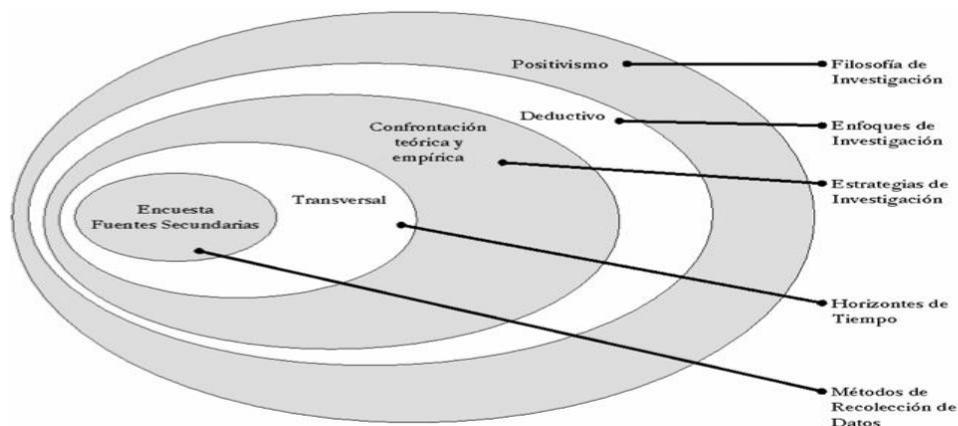
#### **3.1.1 Fundamentos de la investigación**

Una estrategia de investigación es un plan general que permite al investigador responder sus preguntas de investigación. En este estudio las preguntas de investigación fueron las siguientes:

- 1.- ¿Cómo desarrollar un modelo que sea capaz de servir como eje metodológico en el desarrollo de software con estándares de calidad, en proyectos de corte tecnológico?

2.- ¿Cómo desarrollar un modelo para el desarrollo de software que ayude a las organizaciones públicas y privadas a impulsar el crecimiento económico de la zona centro-occidente de nuestro país?

Se debe contar con objetivos claros derivados de la(s) pregunta(s) de investigación, especificar las fuentes de las que se obtienen los datos y considerar las posibles restricciones que se pueden presentar. Vale la pena en este punto hacer una diferenciación entre táctica y estrategia. La estrategia tiene que ver con el enfoque general que se adoptará, mientras que la táctica es sobre el cómo los datos serán recolectados (métodos de recolección de datos: cuestionarios, entrevistas, grupos de discusión...) y cómo serán analizados (Saunders, 2003). Para la realización del diseño de la estrategia de investigación se tomó como base el proceso de investigación denominado “cebolla”, planteado por Mark Saunders 2003, en su libro: “Research Methods for Business Students”. Como se muestra en la figura 3.1



Fuente: Research Methods for Business Students, Saunders 2003

Figura 3.1 Estrategia de investigación.

La filosofía de investigación (metodología científica) que se elija, depende de la forma en que el investigador concibe cómo es el desarrollo del conocimiento. Existen cuatro enfoques que dominan la literatura acerca del tema: positivismo, interpretativismo, realismo y relativismo

(Saunders, 2003; Sarabia Sánchez, 1999).

Como comenta Rob Weber (Weber, 2004) en su artículo: “The Rhetoric of Positivism Versus Interpretivism: A Personal View”, cada uno de los enfoques tiene sus propias fortalezas y debilidades, y cada uno permite ver, adquirir y descubrir a su manera los diferentes tipos de conocimiento sobre el fenómeno u objeto de estudio. Así mismo, Weber (2004) resalta que uno de los aspectos más importantes al elegir o adoptar una filosofía de investigación, es tomar en cuenta no sólo el nivel metateórico de la corriente de investigación, sino que también hay que considerar los métodos de investigación que se pueden manejar en cada uno. Este último punto quizá puede ser el factor que incline la balanza al elegir la filosofía de investigación que se seguirá. Así, por ejemplo, si se elige el enfoque positivista se tenderá a usar métodos de investigación tales como: entrevistas, encuestas y estudios de campo, mientras que si la elección es la teoría interpretativista, se elegirán métodos de investigación tales como: casos de estudio, estudios etnográficos, estudios fenomenográficos y etnometodológicos.

Dadas las características de este estudio, el enfoque utilizado es el positivismo, ya que asume que la realidad y los hechos existen por separado de nuestra observación, y que podemos conocer la realidad de forma empírica a través de la observación (Montoro, 2004). El enfoque de investigación tiene que ver con la elección del método científico. Un método es un camino a seguir hacia un objetivo. Los principales métodos científicos son: deductivo o inductivo (Saunders, 2003; Sarabia Sánchez, 1999): Para los propósitos de esta investigación el método elegido fue el “**deductivo**”, ya que implica un proceso a través del cual, a partir de la formulación de unos enunciados generales, se trata de deducir información para explicar fenómenos concretos. De igual manera para esta investigación se realizaron un par de entrevistas con gerentes y personal del área de desarrollo de la empresa “Caja Popular Morelia Valladolid” (<http://www.cajamorelia.com.mx>) que cuenta con un departamento de desarrollo, es el creador de todo el software con que cuenta dicha organización bancaria y la otra entrevista se realizó a la empresa “Scio consulting” (<http://www.scio.com.mx>) empresa dedicada al desarrollo de software a la medida y maquilado de software a organizaciones

nacionales e internacionales, esto se puede observar en el **Anexo A**. Estas entrevistas tuvieron la finalidad de conocer :

- 1) Funcionalidades de las metodologías/modelos más usados para desarrollar software.
- 2) Evaluación de software desarrollado por dichas empresas basado en modelos/metodologías.

Los datos obtenidos de las entrevistas se plasman y se resumen en la herramienta denominada matriz de jerarquización, la cual se presenta en el capítulo de resultados. A través de este instrumento (tabla – matriz de jerarquización) permitió conocer la relación de los resultados generados en el desarrollo de software utilizando una determinada metodología. Además de conocer los indicadores de calidad que son aplicados a los productos elaborados por esas empresas.

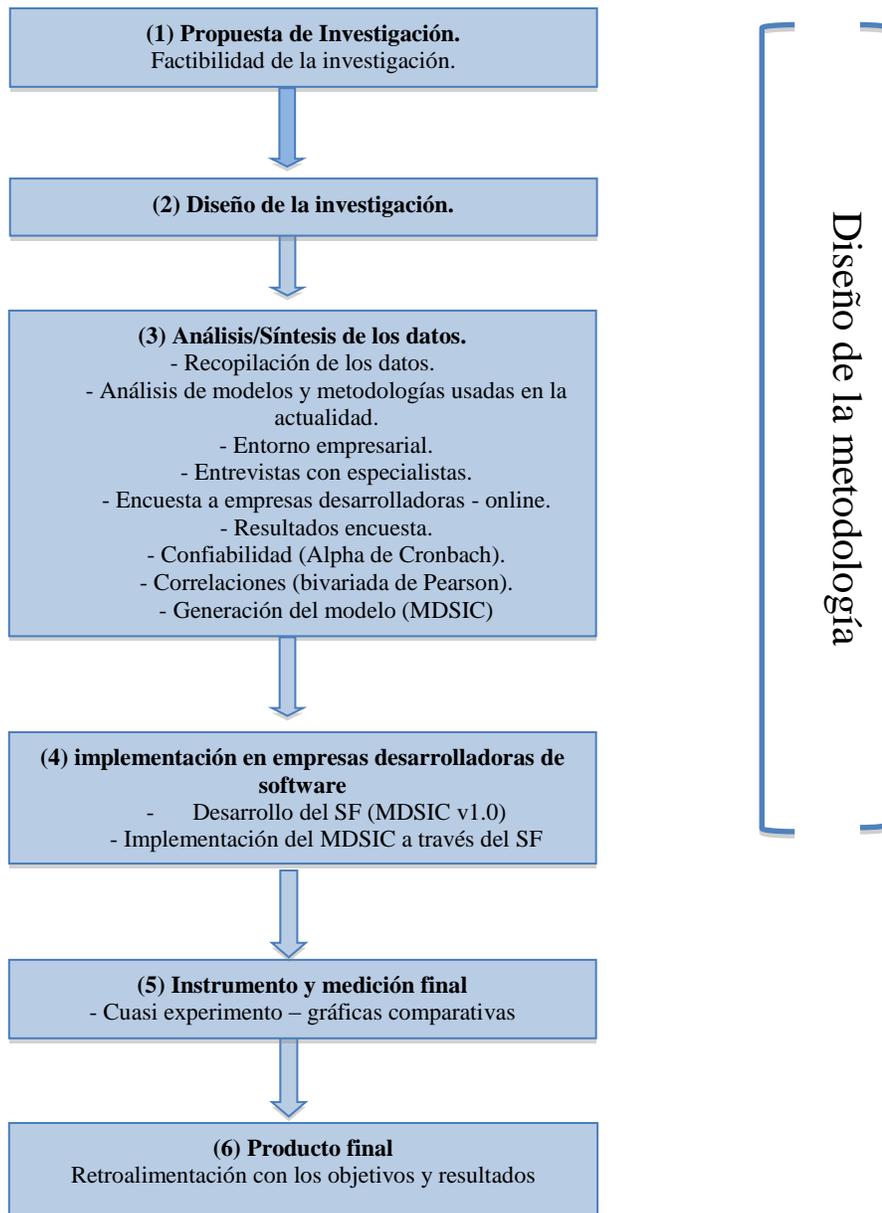
### **3.1.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación consistió en generar una serie de pasos a seguir para el logro del objetivo general. **La primer etapa** se enfocó en seleccionar el tema de investigación y la factibilidad de dicho tema, ya que es de suma importancia conocer si era factible el llevarlo a cabo o no. De ahí se procedió con **la segunda etapa** del diseño de la investigación, la cual ayudo a determinar todas las etapas y pasos a seguir para la generación de la investigación. **La tercer etapa** contemplo un análisis de la información que permitió recolectar información cuantitativa y cualitativa relacionada con los principales aspectos de la investigación. Esto se llevo a cabo de la siguiente manera:

- Recopilación de los datos
- Análisis de modelos y metodologías más usadas en la actualidad para el desarrollo de software a la medida.
- Conocimiento del entorno empresarial de las organizaciones desarrolladoras de software.
- Entrevistas con especialistas en el desarrollo de software.
- Diseño y envío de las encuestas en línea a empresas desarrolladoras de software de la zona centro – occidente, dichas organizaciones se encuentran dentro del directorio de la asociación mexicana de industrias de tecnología de la información (Amiti: <http://amiti.org.mx>).
- Obtención de los resultados de la encuesta.

- Realización del estudio denominado “Alpha de Cronbach” a través del software SPSS de IBM, para conocer la confiabilidad de la encuesta diseñada y en caso de no ser mayor a ,70 corregir su diseño y aplicarla de nueva cuenta.
- Realización del estudio de “correlaciones - bivariada de Pearson”, para conocer la relación existente entre las principales variables del estudio y las que tienen mayor impacto para la generación del modelo.
- Generación del modelo MDSIC, tomando como base las correlaciones más fuertes de las variables existentes. Identificando así las etapas necesarias y las áreas en donde se debe de poner un mayor énfasis para su fortalecimiento, esto sin caer en un uso excesivo de formatos y de información que el personal debe de manejar. Evitando con esto que el personal trabaje para el modelo y no el modelo para los fines y objetivos del proyecto.

**La cuarta etapa**, consistió en el desarrollo del software MDSIC v1.0 y la implementación del modelo a través del software que lo acompaña (MDSIC v1.0: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>) a las empresas desarrolladoras de software a la medida. **La quinta etapa**, permitió llevar a cabo el estudio denominado cuasi experimento a dos empresas del ramo y generar así sus tablas comparativas con los resultados obtenidos de la aplicación del MDSIC. **La sexta y última etapa**, presenta la retroalimentación entre los resultados de la investigación y los objetivos de la misma. Con base en los fundamentos propuestos para la investigación se presenta en la figura 3.2 el modelo de la investigación propuesto.



Fuente: Elaboración propia .-2013.

Figura 3.2 Diseño de la metodología de la investigación.

Una vez identificado el problema a investigar y establecidos los objetivos a alcanzar, en este apartado se describe la naturaleza de la investigación, en el cual se definen los procedimientos requeridos para obtener la información necesaria y estructurar o resolver el problema de investigación. El contar con un buen diseño de investigación puede lograr que un trabajo de investigación se lleve a cabo con efectividad y eficiencia para alcanzar los objetivos (Saunders, 2003). Para los autores Hernández, Fernández & Baptista (2010), el diseño de la investigación es el plan que se va a seguir para cumplir con los objetivos planteados. Tomando como base lo que se expone en los siguientes apartados, el presente trabajo es un estudio que combina moderadamente diferentes tipos de investigación<sup>1</sup> como:

- 1) Exploratoria.
- 2) Cuasi experimental.
- 3) Transeccional.
- 4) Descriptiva.
- 5) Correlacional.
- 6) Documental.
- 7) Análisis – síntesis.

La presente investigación tiene un alcance **1) exploratorio**, ya que como lo indica Hernández, Fernández y Baptista (2010), este tipo de estudio se realiza, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. En el caso de la realización de estudios exploratorios, el método de aplicación de encuestas puede ser utilizado; esto se debe a que puede ayudar a descubrir o proporcionar evidencia preliminar de asociación entre conceptos (Kulmala, 2005). Por lo anterior, se eligió como método de recolección de datos la aplicación de una encuesta

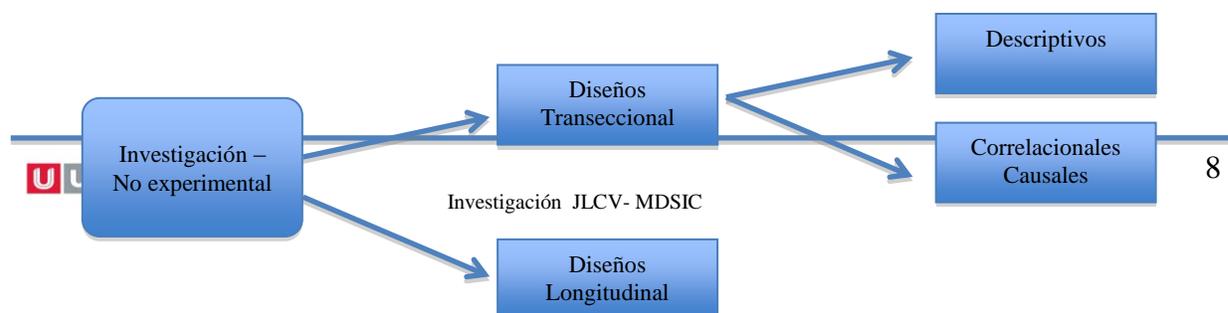
---

<sup>1</sup> Los enfoques y estrategias de investigación no existen de manera aislada y pueden ser combinadas (trianguladas). Es usual que un trabajo de investigación combine métodos cuantitativos y cualitativos y utilice datos primarios y secundarios. Las ventajas de utilizar más de un método en el mismo estudio es que aborda y complementa un mismo problema desde diferentes perspectivas y es posible recolectar datos desde diferentes fuentes, por lo que asegura que los datos están diciendo lo que el investigador piensa que realmente significan. (Saunders, 2003).

electrónica a través de internet; e-encuesta (<http://www.e-encuesta.com>). En esta investigación, la generación de la encuesta permitió conocer directamente el comportamiento de las variables existentes a través de las encuestas.

La investigación es **2) cuasi experimental**; porque manipula deliberadamente, al menos una variable independiente para observar el efecto y relación con una o más variables dependientes, esto es que se analizarán los resultados obtenidos en proyectos de desarrollo de software a la medida basados en el MDSIC. En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar sino que dichos grupos o sujetos ya están formados antes del experimento (la manera como se conforman es independiente del experimento). Estos diseños se utilizan cuando no es posible asignar en forma aleatoria los participantes a los grupos que recibirán los tratamientos experimentales. La falta de aleatorización introduce posibles problemas de validez interna y externa. Como comenta Weiss (1990, p. 89): [...] estos diseños deben luchar con la selección como fuente posible de interpretación equivocada, lo mismo que con la interacción de la selección y otros factores; así como, posiblemente, con los efectos de la regresión.

Esta investigación cuenta con la característica de ser también **3) transeccional** porque como lo comenta Hernández, Fernández y Baptista (2006), el propósito de la investigación es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, es decir, los datos de la investigación se recolectarán sólo una vez. Los diseños de investigación **transeccional** recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede. A su vez, los diseños transeccionales pueden dividirse en dos: descriptivos y correlacionales/causales, como se muestra en la figura 3.3



Fuente: Metodología de la investigación Hernández, Fernández y Baptista

Figura 3.3 Clasificación de la investigación transeccional.

El inicio de cualquier trabajo de investigación a nivel de posgrado (incluyendo los de rango doctoral) tenga el propósito que tenga, debe pasar por la descripción y el análisis crítico de la trayectoria histórica, así como de la situación presente del objeto de investigación. Un estudio descriptivo, como su nombre lo indica, se propone describir de una manera precisa el perfil de personas, eventos o situaciones (Saunders, 2003; Sarabia Sánchez, 1999). La división básica de este tipo de diseños de investigación está entre los estudios transversales y longitudinales.

Una investigación **4) descriptiva** involucra la revisión crítica y análisis de los resultados más relevantes que se han alcanzado en investigaciones previas, los problemas conceptuales y sus limitaciones metodológicas, las cuestiones no resueltas, las posibilidades de desarrollo futuro y las direcciones en las que se debe avanzar para producir un conocimiento mejorado y amplio (Sarabia Sánchez, 1999). Un estudio descriptivo, puede ser una extensión o una pieza de una investigación exploratoria (Saunders, 2003), por lo tanto, la realización de este estudio ha permitido tener un enfoque claro del fenómeno del cual se desea obtener los datos, previo a realizar su respectivo proceso de recolección de datos e información, así como un análisis del estado del arte del objeto de estudio. Uno de los puntos a considerar en esta investigación es extraer de manera significativa las generalizaciones que contribuyan al conocimiento del sector de desarrollo de software. Este tipo de investigación, la descriptiva busca determinar el grado de relación existente entre las diferentes variables.

La investigación **5) correlacional** es un tipo de estudio descriptivo, que tiene como objetivo determinar el grado de relación o asociación no causal existente entre dos o más variables. Se

caracteriza porque primero mide las variables y luego, realiza la aplicación de técnicas estadísticas, que permite medir la correlación. Aunque la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones causales, puede aportar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno. Finalmente esta investigación es un estudio correlacional, por la analogía entre las variables de uso de tecnología, desarrollo de software, metodologías, niveles de aceptación y la relación costo beneficio.

Además este estudio tiene la característica de ser de tipo **6) documental**. Este tipo de investigación es un proceso que, mediante la aplicación de métodos científicos procura obtener información relevante, fidedigna e imparcial, para extender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento. Etimológicamente, la palabra investigación viene del latín *investigium*, que significa en pos de la huella; así pues, la palabra investigación lleva en sí misma el sentido de que para indagar sobre algo, se necesita tener un vestigio o una huella. La investigación documental se caracteriza por el empleo predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información. Generalmente se le identifica con el manejo de mensajes registrados en la forma de manuscritos e impresos, por lo que se le asocia normalmente con la investigación archivística y bibliográfica. El concepto de documento, sin embargo, es más amplio. Cubre, por ejemplo: películas, diapositivas, planos y discos. En este proyecto de investigación se seleccionarán diferentes documentos relacionados con el desarrollo de software y las empresas mexicanas que se dedican a ese giro.

Por último, este proyecto de investigación cuenta con la característica de ser también de tipo; **7) análisis – síntesis**. Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiado complejos si se les examina con detenimiento. Son simples sólo a primera vista. Si se quiere indagar las causas, se hace necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera. Pero como en esta separación se pueden cometer errores, es imprescindible juntar de nuevo las partes del todo separado con el objeto de volver a integrar de igual forma. Si se encarga sobre la calidad de un libro, primero tendremos que separar en partes para poder estudiarlo; hay que considerar los aspectos temáticos y la facilidad para ser entendido. Esto facilita adentrarnos más a la obra. Una vez terminado este estudio, se reunirá

en un todo que se observa por separado, el cual será nuestro veredicto con respecto a la calidad del libro. Este procedimiento, utilizado se repite cotidianamente en todos los asuntos de la vida. La investigación científica no es ajena a estos procedimientos. El método científico emplea esta **descomposición** y **recomposición**. A la descomposición se le llama **Análisis**, y la recomposición se denomina **Síntesis**. **El análisis** es la operación intelectual que considera por separado las partes de un todo; **la síntesis** reúne las partes de un todo separado y las considera como unidad.

### 3.1.3 Descripción de la relación de las variables identificadas con los objetivos de la investigación.

En cualquier investigación surge una relación directa e indirecta entre los objetivos generados al inicio de la misma y elementos que permiten llegar a la solución de dichos objetivos, dichos elementos son conocidos como variables dependientes e independientes. La tabla 3.1 muestra las relaciones existentes entre las variables directas e indirectas con los objetivos de la investigación.

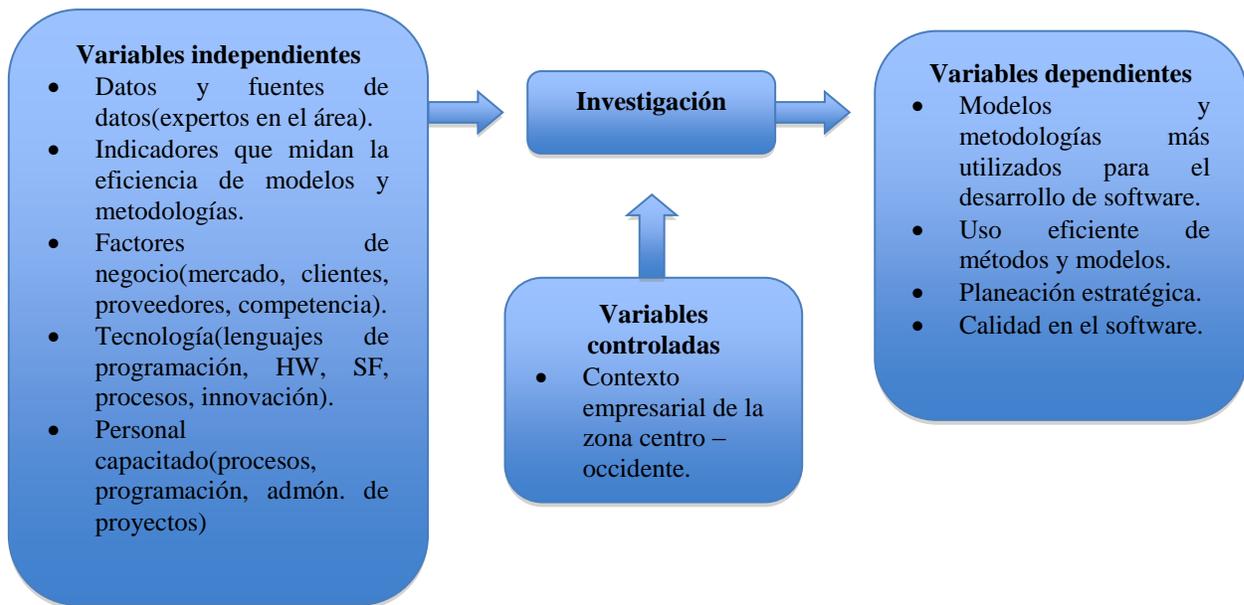
Tabla 3.1 Relación de variables con los objetivos de la investigación.

| Objetivo   | Variables dependientes   | Variables independientes   |
|--|--|--|
| Realizar un análisis de los modelos y metodologías actuales para el desarrollo de software, que determine las etapas del MDSIC.  | Conocimiento de modelos y métodos más utilizados en el desarrollo de software. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas con expertos en el uso de modelos y metodologías.</li> <li>• Indicadores que evalúen la eficiencia de los modelos.</li> </ul> |
| Analizar cuáles empresas de la industria del software obtienen mejores resultados, considerando la innovación, el uso de alguna metodología y la orientación de mercado. | Pensamiento estratégico  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mercado</li> <li>• Clientes</li> <li>• Proveedores</li> <li>• Competencia</li> </ul>  |
| Determinar las fases mínimas para la planeación, ejecución y cierre del desarrollo de software.  | Calidad del software.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología</li> <li>• Leng. de programación</li> <li>• Hardware/Software</li> <li>• Innovación tecnológica</li> </ul>                     |
| Desarrollar las fases del modelo que permita fortalecer los puntos críticos  | Uso eficiente de métodos y modelos.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal capacitado en procesos.</li> <li>• Personal capacitado en</li> </ul>   |

|   |  |  |
|---|--|--|
| de los modelos y metodologías que se encuentran en el mercado, bajo procesos. |  | programación.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>Personal capacitado en administración de proyectos.</li> </ul> |
|---|--|--|

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Con base en el tema de estudio, se diseño un modelo que ilustra la relación de las variables con el estudio de la investigación, la cual se muestra en la figura 3.4



Fuente: Elaboración propia .-2013.

Figura 3.4 Variables directas e indirectas.

### 3.1.4 Población objetivo y definición de la muestra para la recopilación de la información.

Debido a la complejidad e inviabilidad para medir a todos los individuos de una población, se recurre a la selección de una muestra, la cual es un subconjunto de los elementos que pertenecen a la población que cumple con las características más representativas de esta última y que se pretende sea un reflejo fiel de la población (Hernández et al, 2010). Para la presente

investigación se recurrió a la selección de una muestra no probabilística, como lo señalan Hernández, et al. (2010), la elección de los elementos de la muestra no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la investigación. Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que la ventaja de utilizar muestras no probabilísticas es su utilidad para determinados tipos de diseños de investigación, los cuales no requieren tanto una representatividad de los elementos de su población, sino una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema.

El objeto de estudio de la presente investigación fue la Industria del Software. La selección de esta industria como sector de alta tecnología, se debió principalmente a la creciente relevancia de esta industria a nivel mundial (Kulmala, 2005b), de acuerdo a las cifras de la World Information Technology and Services Alliance (WITSA) el valor estimado de producción anual de la Industria del software a nivel mundial es de \$196.2 mil millones de dólares americanos (constituyéndose de esta manera en el mayor componente de la industria de la tecnología de la información). El sector concreto de estudio fue la industria del software en México, específicamente en la zona centro-occidente.

La zona centro-occidente la conforman los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Edo. de México, D.F., Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Morelos. La selección de este sector se hizo, entre otros aspectos, debido a que el gobierno mexicano está en la búsqueda de la consolidación de esta industria a nivel nacional e internacional y se encuentra dentro de una de las 10 estrategias de crecimiento económico del país, como lo comenta la Secretaría de economía (SE, 2007); cabe destacar que este sector es un sector emergente y relativamente joven; en promedio las empresas del sector tienen 6 años de antigüedad (González-Bañales, 2006a; SE, 2007). El diagnóstico generado en el 2009 por la secretaría de economía, en el informe del licenciado Sergio Carrera Riva Palacio, director general de comercio interior y economía digital, menciona que la producción del software en nuestro país era de \$1,059 millones de dólares. La selección de la población se realizó con base en dos criterios:

- Empresas que se dedican a la producción y desarrollo de software (no a las ventas de software empaquetado)
- Las empresas que están localizadas en la zona centro-occidente del territorio de la república mexicana

Como lo comenta Kulmala (2005a): “en el sector de la industria del software el no contar con cifras concretas sobre el número de empresas del sector se debe en parte a los rápidos cambios en esta industria, tanto a nivel mundial, nacional y regional, por lo que resulta difícil estimar la población total, lo que representa una debilidad en la generalización de los resultados de estudios relacionados con el sector”. Se continuo con la tarea de recabar un listado de las organizaciones que pertenecen a la zona centro-occidente. Se analizaron diferentes listados de organizaciones y bolsas de trabajo, las cuales concentran el registro y los datos de contactos de las organizaciones. Se hizo el análisis del listado que aporta la Asociación mexicana de la industria de las tecnologías de la información AMITI, A.C. (<http://amiti.org.mx>); de la bolsa de trabajo denominada “computrabajo de México” (<http://www.computrabajo.com.mx>); y de la secretaria de economía (<http://www.economia.gob.mx>). Para determinar la población y la muestra se eligió el listado de AMITI, debido a que la bolsa de trabajo, no permitía conocer los datos de muchas organizaciones que aparecen en el listado además de su veracidad y el listado que presenta la secretaría de economía no fue viable debido a que solamente aparecen organizaciones que se encuentran registradas en alguna cámara de comercio del país, lo cual no es una obligación y la mayoría de las organizaciones jóvenes de este giro no pagan este tipo de registros. AMITI nos brinda un listado de 234 organizaciones que se encuentran en el sector de las TI, de las cuales 91 se encuentran clasificadas en el área del software (desarrollo de software a la medida y software empaquetado) y de esas 59, desarrollan software a la medida.

Respecto al método de muestreo utilizado, y considerando que los métodos de muestreo se dividen en: probabilísticos y no probabilísticos; las características de la población y el proceso de selección de los componentes de la muestra fue subjetivo; es decir, no probabilístico (Kulmala, 2005a; Kulmala, 2005b), se utilizó el muestreo de conveniencia, ya que se buscaron

datos de empresas que pudiesen ser contactadas vía Internet. Esto, con el fin de garantizar la representatividad de la muestra; pero al mismo tiempo, se tuvo en consideración que, con este tipo de muestreo, se corre el riesgo de que los resultados estimados obtenidos de la muestra no sean muy parecidos a los parámetros de la población (Miquel, 1997). Para la obtención del tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula 3.1

$$n = \frac{z^2 \times p \times q \times N}{e^2(N - 1) + z^2 \times p \times q}$$

Formula 3.1 Determinante de la población

Donde:

p = % de veces que se supone que ocurre un fenómeno en la población

q = es la no ocurrencia del fenómeno (1-p)

e = es el error máximo permitido para la media muestral

N = tamaño de la población

z = % de fiabilidad deseado para la media muestral

La sustitución se muestra en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Sustitución de datos.

|                           |         |        |               |
|---------------------------|---------|--------|---------------|
| Nivel de confianza<br>95% | p = 50% | e = 5% | <b>n = 51</b> |
| Valor de Z = 1.96         | q = 50% | N = 59 |               |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

### 3.1.5 Instrumentos de recopilación de información, medición y validación.

Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad (Hernández et al, 2010). Las fuentes utilizadas para la obtención de la información fueron las siguientes:

- Primarios: empresarios, consultores, funcionarios y académicos.

- Secundarios: libros, revistas, publicaciones de gobierno e internet.
- Terciarios: resúmenes, catálogos e índices de referencias.
- Recolectados: a través de un cuestionario en línea.

Se eligió utilizar encuestas ya que es una estrategia (Saunders, 2003): asociada con el método deductivo utilizado en la investigación en el área de negocios y gestión que permite la recolección de una gran cantidad de datos a partir de la muestra de una población donde los datos se obtienen a través de un cuestionario, lo cual permite que su recolección sea estandarizada, y exista una comparación más estructurada de los datos que es de fácil aplicación y comprensión además de que puede dar un control sobre el proceso de la investigación. Además tendrá como base diferentes análisis comparativos que permitieron recolectar información tanto cuantitativa como cualitativa.

Mediante la evaluación de modelos y metodologías más reconocidas en el mercado, identificando así las deficiencias y sectores más débiles de ellas. Y así proponer un modelo como resultado de esta investigación. Los datos recabados de la encuesta personal vía Internet, como se muestra en la figura 3.5, empleo el uso de un sitio para el diseño y la creación del instrumento (<http://www.e-encuesta.com>). El cuestionario fue dirigido a los gerentes y desarrolladores de las empresas seleccionadas, el formato se puede observar en el “Anexo B”. Éste estuvo constituido por preguntas cerradas, dicotómicas, de opción múltiple y mixtas (Saunders, 2003; Miquel, 1997). Siguiendo las recomendaciones del manual de Oslo, se diseñó un cuestionario intentando que fuese lo más corto y simple posible (OECD, 2005).



Fuente: (Saunders, 2003)

Figura 3.5 Tipos de cuestionario.

Este instrumento(encuesta) permitió acercarse a las organizaciones que desarrollan software en la zona centro-occidente y obtener la información que permita conocer, el contexto en el que se encuentran inmersas dichas organizaciones y que es lo que influye para el óptimo desarrollo de un proyecto de software. Las encuestas recolectan datos de numerosos individuos para entender a la población o universo al que representan. Creswell (2009), considera a la encuesta como un diseño que provee un plan para efectuar una descripción numérica de tendencias, actitudes u opiniones de una población, estudiando así a una muestra de ella.

La confiabilidad del instrumento se puede generar a través de la técnica denominada “**Alpha de Cronbach**” que se facilita a través de diferentes herramientas entre ellas el SPSS de IBM Company. Esta encuesta fue validada por el Dr. Jaime Aguilar García quien es director del Instituto de Innovación y Desarrollo Tecnológico, ubicado en la ciudad de Morelia (<http://www.iidt.org.mx>). Además del MC. Pablo Gerardo Tena Becerra quien labora en la empresa Quarksoft de la ciudad de México (<http://www.quarksoft.net>). Se busca con esta validación, generar la objetividad, disminuyendo al máximo el sesgo del instrumento.





## **Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta del Modelo para el Desarrollo de Software Integral Colaborativo – MDSIC.**

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados obtenidos sobre la investigación. Esta información sirvió como fundamento para el diseño y usabilidad del modelo propuesto (MDSIC). Por ello dicho capítulo está organizado en **cinco secciones** que contemplan los temas más sobresalientes de los resultados obtenidos de la investigación las cuales son:

- **Primera sección**, metodologías más utilizadas por las empresas entrevistadas y del uso de metodologías con indicadores de calidad (matriz de jerarquización).
- **Segunda sección** se describe de manera general el análisis preliminar de los datos obtenidos a través de la encuesta aplicada a empresas pertenecientes al sector de la industria del software de la zona centro – occidente de México, la cual se le denomino “Análisis de empresas desarrolladoras de software en la zona Centro – Occidente de México” y de las entrevistas generadas a empresas que desarrollan software en la zona centro – occidente del país. Además, de presentar la fiabilidad de los resultados de la encuesta por medio del estudio **1) “Alfa de Cronbach”** y a partir de las variables obtenidas en dicho análisis de fiabilidad se generó el estudio denominado **2) Correlación de “Pearson”**; donde se indagan las correlaciones directas entre las variables, lo que determina las áreas más débiles que tienen las empresas desarrolladoras de software de la zona centro – occidente de nuestro país y en las que se debe de poner mayor interés para generar software de calidad a través del modelo propuesto. Y los resultados de la encuesta.
- **Tercera sección**, se propone el modelo generado de esta investigación para desarrollar software de calidad además de integrar las cinco primeras áreas del conocimiento del modelo para la administración de proyectos del Project Management Institute (PMI), respaldando así su estructura general y los puntos a considerar en el proceso esencial en el desarrollo de software, además de generar una base de conocimiento por expertos a través del social bussines.
- **Cuarta sección** se expone el software que acompaña al MDSIC.
- **Quinta sección**, se exponen las situaciones generadas de la aplicación del MDSIC en empresas de nuestro país; cuasi - experimento.

#### 4.1 Análisis de los datos obtenidos de las entrevistas y de la encuesta

Con base en el formato propuesto en la tabla 3.13 del capítulo no. 3 acerca de la obtención de información denominada “Registro de funcionalidades de metodologías y modelos (matriz de jerarquización), que sirve para realizar una comparativa además de recopilar información de las distintas metodologías que se encuentran en la actualidad y que sirven para desarrollar software. Se generó el siguiente concentrado emanado de las distintas entrevistas realizadas a la MTI Karina Coria Vargas (Caja popular Morelia Valladolid) y MTI Manuel Gutiérrez Pineda - Scio Consulting International

Estas personas cuentan con más de diez años en el área del desarrollo de software en empresas especializadas en desarrollar software a la medida utilizando diferentes metodologías para su desarrollo, los cuales concluyeron con base en los indicadores de impacto, costo y beneficio como se han comportado las metodologías mencionadas en diferentes proyectos, como se muestra en la tabla 4.1 Se adjuntan formatos de entrevistas en el “Anexo A”.

Tabla 4.1. Funcionalidades de metodologías y modelos (matriz de jerarquización)

| Metodologías | Impacto |      | Costo |      | Beneficio |      |
|--------------|---------|------|-------|------|-----------|------|
|              | Alto    | Bajo | Alto  | Bajo | Alto      | Bajo |
| Prototipado  | x       |      |       | x    | x         |      |
| PSP/TSP      | x       |      |       | x    | x         |      |
| RUP          |         | x    | x     |      |           | x    |
| ASAP         | x       |      | x     |      | x         |      |
| Moprosoft    | x       |      | x     |      | x         |      |
| ISO          |         | x    | x     |      | x         |      |
| CMMI         | x       |      | x     |      | x         |      |
| SCRUM        | x       |      | x     |      | x         |      |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Para el desarrollo del modelo se tomaron en consideración las metodologías, que son consideradas por las empresas desarrolladoras de software y que fueron entrevistadas, en el “Anexo C” se presenta de manera gráfica el funcionamiento que tiene cada una de ellas.

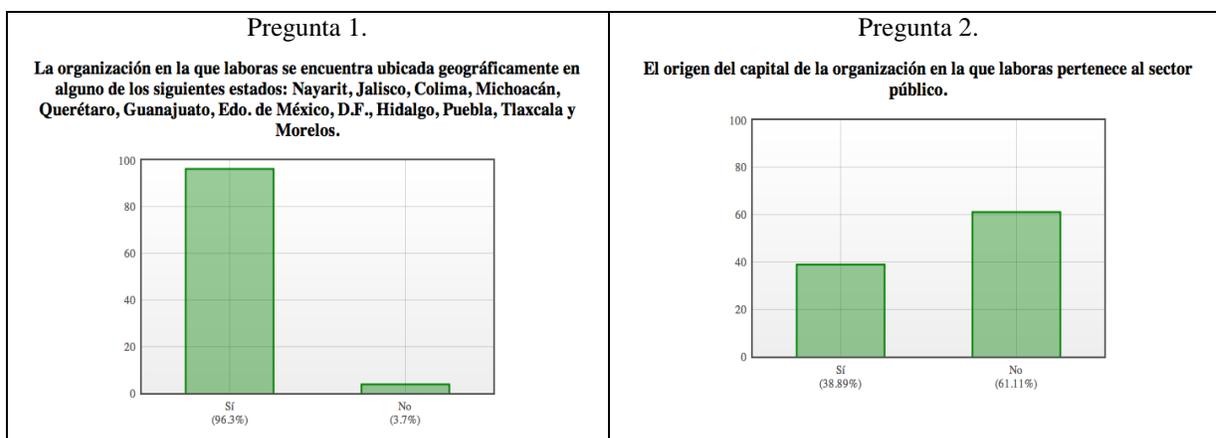
## 4.2 Análisis de los resultados

### 4.2.1 Encuesta

A partir de la base de datos generada con la información obtenida mediante la encuesta “Análisis de empresas desarrolladoras de software en la zona centro – occidente de México”, el análisis preliminar de datos consistió en términos generales, en las tareas de depuración de datos, caracterización y exploración de la naturaleza de las variables originales, análisis de la fiabilidad y validez de las escalas utilizadas para la generación de las nuevas variables, y análisis de la correlación estadística entre las variables del modelo.

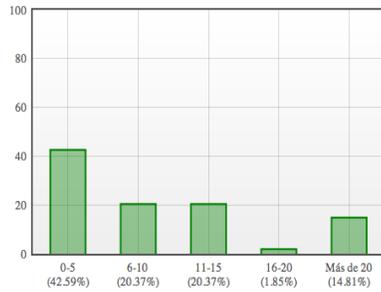
Las variables dependientes con las que se trabajó en la encuesta pudieron ser valoradas a través de una escala tipo Likert, las cuales cuentan con la bondad de ser tratadas como variables cualitativas dicotómicas las cuales pueden tomar dos valores posibles como *sí* y *no*, *hombre* y *mujer* o son politómicas cuando pueden adquirir tres o más valores (Morgan, 2004; Miquel, 1997). Respecto al conjunto de variables independientes, se les realizó un análisis descriptivo y exploratorio, con el fin no sólo de tener un referente de los valores medios, máximos y mínimos de ocurrencias de las respuestas dadas por los participantes en el estudio, sino además, para conocer la naturaleza de su distribución. La encuesta fue respondida por 52 empresas pertenecientes a diferentes estados de la zona centro – occidente. Las gráficas con los resultados de las preguntas de la encuesta se pueden observar en la tabla 4.2

Tabla 4.2. Resultado de las preguntas de la encuesta “Análisis de empresas desarrolladoras de software en la zona centro – occidente de México.



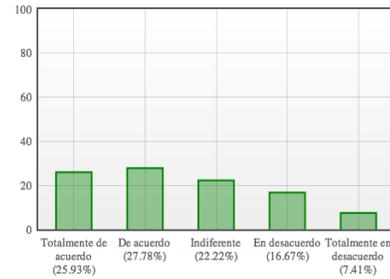
### Pregunta 3.

El número de años que tiene tu empresa desarrollando software es:



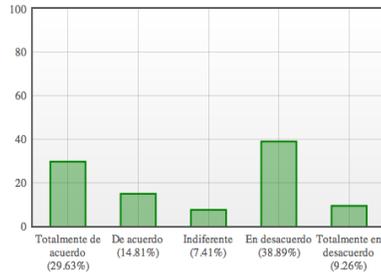
### Pregunta 5.

La organización en la que laboras, cuenta con una solida trayectoria en la industria del desarrollo de software.



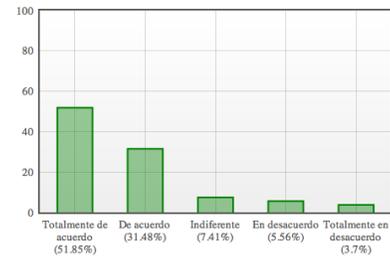
### Pregunta 6.

Consideras que más de 16 trabajadores de la empresa en donde laboras están relacionados directamente con el proceso del desarrollo de software.



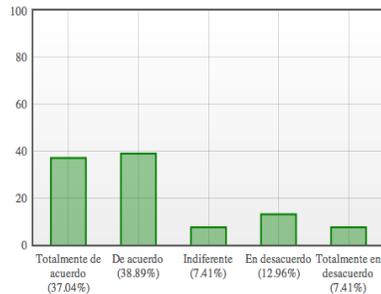
### Pregunta 7.

El contar con personal para el desarrollo de software con al menos una licenciatura o ingeniería se encuentra directamente relacionado con la calidad en el desarrollo de software.



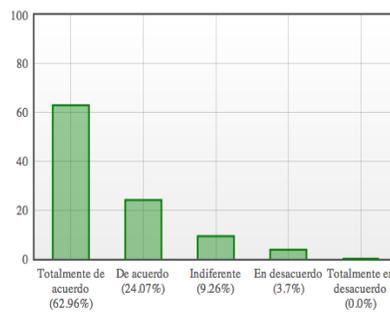
### Pregunta 8.

El dominio de varios lenguajes de programación por parte del personal que trabaja desarrollando software, se encuentra directamente relacionado con la calidad en el desarrollo de software que producen.



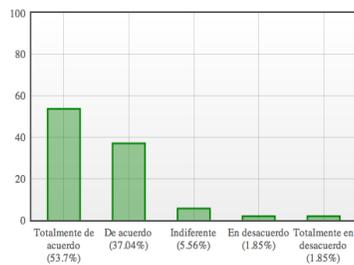
### Pregunta 9.

Si el personal del departamento de desarrollo de software domina el trabajo bajo procesos, existe una relación directa con la calidad en el desarrollo de software.



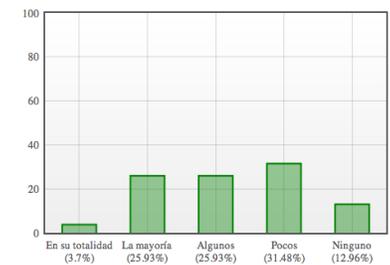
### Pregunta 10.

El uso de modelos y/o metodologías, la administración de proyectos y la programación basada en procesos han influido en la calidad del software que genera tu organización.



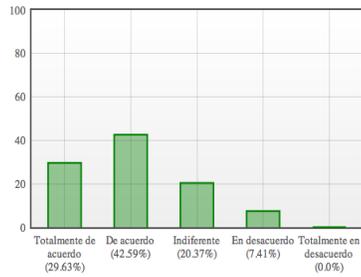
### Pregunta 11.

El personal que se encuentra directamente vinculado con el desarrollo de software en tu organización, domina la administración de proyectos - PMI(PMBOK).



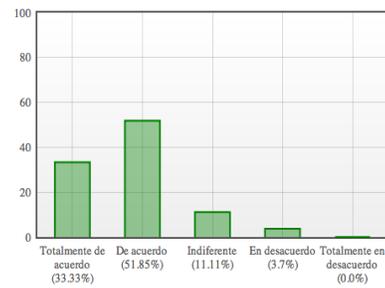
### Pregunta 12.

El uso de lenguajes de programación más actuales (versiones más recientes), te permite generar mejores proyectos de software.



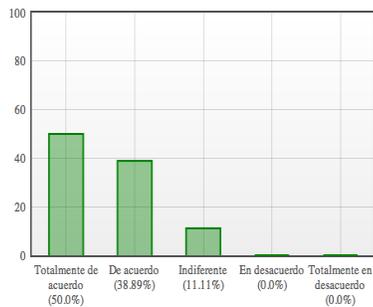
### Pregunta 14.

El uso de modelos y/o metodologías para desarrollar software en la organización en donde laboras ha contribuido a efficientizar tus resultados.



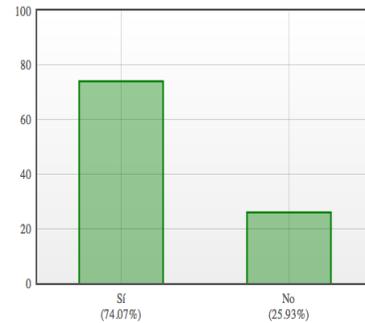
### Pregunta 15.

El conocer el comportamiento del mercado, tus proveedores, tus clientes, tus competidores y el entorno de la organización donde laboras han ayudado a obtener mejores resultados.



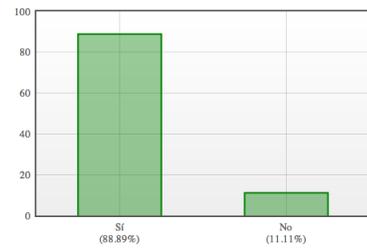
### Pregunta 16.

El uso de innovaciones tecnológicas es el elemento que ha tenido mayor impacto en la obtención de mejores resultados.



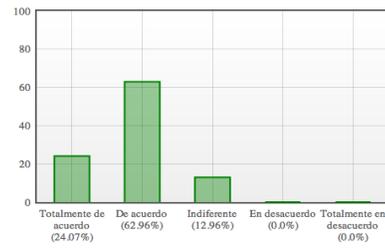
### Pregunta 24.

El uso de indicadores, que te permitan medir la calidad del software que desarrolla la organización en la cual laboras, es importante.



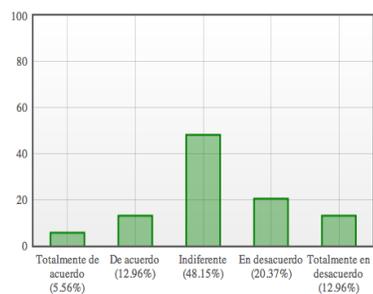
### Pregunta 19.

El uso de procesos innovadores es el elemento que ha tenido mayor impacto en la obtención de mejores resultados.



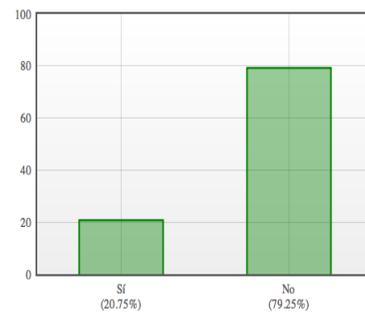
### Pregunta 23.

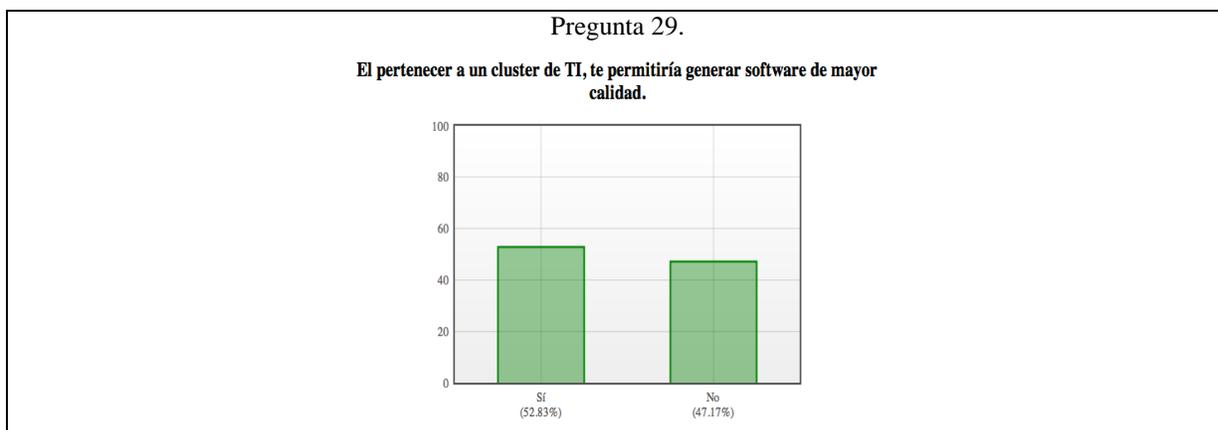
Sientes que la forma en que desarrollan el trabajo en tu organización es el que les ha permitido recibir apoyo de PROSOFT o de algún otro organismo.



### Pregunta 27.

La organización en la cual laboras pertenece a un cluster de TI.





Fuente: Elaboración propia .-2013.

#### 4.2.2 Alfa de Cronbach

Para la valoración de la fiabilidad de las escalas utilizadas en las preguntas, se utilizó el software SPSS de IBM el cual permite generar diferentes estudios estadísticos, antes de iniciar con la aplicación de análisis de correlación, se realizó un análisis de fiabilidad<sup>1</sup> aplicando la prueba de Alfa de Cronbach, además de utilizar Excel. Se consideró como valor de aceptación<sup>2</sup> de la fiabilidad 0.812 (Hair, 2005; Pardo, 2005:437-39). Como resultado de este análisis, en promedio los valores obtenidos superan el valor de 0.8 del test de fiabilidad, como se muestra en la tabla 4.3. Con base en esta prueba, se identificó que el instrumento (encuesta) diseñado y aplicado a 52 empresas que desarrollan software en la zona centro – occidente de nuestro país, es válido y nos permite identificar diferentes elementos que se deben de considerar en el desarrollo de software en la actualidad.

Tabla 4.3. Análisis de fiabilidad – Alfa de Cronbach

| <b>Resumen del procesamiento de los casos</b> |                        |    |       |
|---|------------------------|----|-------|
|   |                        | N  | %     |
| Casos   | Válidos                | 51 | 98,1  |
|   | Excluidos <sup>a</sup> | 1  | 1,9   |
|   | Total                  | 52 | 100,0 |

<sup>1</sup> A través del análisis de fiabilidad se busca asegurar que el valor que se utiliza en la escala esté libre de error aleatorio, es decir, que el valor generado por la escala sea consistente y estable.

<sup>2</sup> Valor válido para investigaciones de tipo exploratorio.

| Estadísticos de fiabilidad |  |  |  |                |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|----------------|--|--|--|
| Alfa de Cronbach           | Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados |  |  | N de elementos |  |  |  |
| ,812                       | ,820   |  |  | 28             |  |  |  |

| Estadísticos de resumen de los elementos |       |        |        |       |               |          |                |
|--|-------|--------|--------|-------|---------------|----------|----------------|
|  | Media | Mínimo | Máximo | Rango | Máximo/mínimo | Varianza | N de elementos |
| Medias de los elementos.                 | 2,112 | 1,039  | 4,059  | 3,020 | 3,906         | ,545     | 28             |
| Varianzas de los elementos.              | ,835  | ,038   | 2,161  | 2,122 | 56,224        | ,342     | 28             |
| Covarianzas inter-elementos.             | ,111  | -,482  | 1,486  | 1,968 | -3,080        | ,035     | 28             |
| Correlaciones inter-elementos.           | ,140  | -,387  | ,847   | 1,234 | -2,188        | ,039     | 28             |

Fuente: SPSS de IBM .-2013

El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja. Por su parte, el valor máximo esperado es 0,90; por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación. Varios ítems están midiendo exactamente el mismo elemento de una pregunta; por lo tanto, los ítems redundantes deben eliminarse. Usualmente, se prefieren valores de alfa entre 0,80 y 0,90 (Oviedo et al., 2005). En general, se observa en el estudio realizado, ver “**Anexo D**”, que las cargas factoriales de cada una de las variables obtenidas en el estudio superan el valor aceptable de 0,7. Respecto al promedio del Alfa de Cronbach, cada una de las preguntas del instrumento es superior a ese factor con lo cual se asegura que se cuenta con los mínimos de fiabilidad en la construcción de nuevas variables.

#### 4.2.3 Estudio de correlación bivariada de Pearson

El procedimiento de correlaciones bivariadas permite medir el grado de dependencia existente entre dos o más variables mediante la cuantificación por los denominados coeficientes de correlación lineal de Pearson, de Spearman y la Tau-b de Kendall con sus respectivos niveles de significación. Este coeficiente de correlación de Pearson es una medida de asociación lineal.

Es el más conocido y utilizado de todos. Por lo que dos variables pueden estar perfectamente relacionadas, pero si la relación no es lineal, el coeficiente de correlación de Pearson no será un estadístico adecuado para medir su grado de asociación. Pearson es la medida de la asociación lineal entre dos variables. Los valores del coeficiente de correlación varían entre -1 a 1. El signo del coeficiente indica la dirección de la relación y su valor absoluto indica la fuerza o grado. Los valores mayores indican que la relación es más estrecha y un valor de 0 indica que no existe una relación lineal. Dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable. Los coeficientes de correlación son medidas que indican la situación relativa de los sucesos respecto a las dos variables, es decir, son la expresión numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan. Son números que varían entre los límites +1 y -1 (Leech, 2005; Morgan, 2004; Kotlik, 2003). En la tabla 4.4 se observa la descripción de la escala de los coeficientes de correlación.

Tabla 4.4. Escala de coeficientes de correlación

| Valor         | Significado                            |
|---------------|--|
| -1            | Correlación negativa grande y perfecta |
| -0,9 a -0,99  | Correlación negativa muy alta          |
| -0,7 a -0,89  | Correlación negativa alta              |
| -0,4 a -0,69  | Correlación negativa moderada          |
| -0,2 a -0,39  | Correlación negativa baja              |
| -0,01 a -0,19 | Correlación negativa muy baja          |
| 0             | Correlación nula                       |
| 0,01 a 0,19   | Correlación positiva muy baja          |
| 0,2 a 0,39    | Correlación positiva baja              |
| 0,4 a 0,69    | Correlación positiva moderada          |
| 0,7 a 0,89    | Correlación positiva alta              |
| 0,9 a 0,99    | Correlación positiva muy alta          |
| 1             | Correlación positiva grande y perfecta |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Para averiguar la existencia de relaciones estadísticamente significativas entre las diferentes variables del estudio, se realizó un análisis de correlación el cual fue generado a través del software SPSS de IBM. El resumen de las correlaciones más importantes se muestran de la

tabla 4.5 a la 4.15 y se enumeran con números romanos, el estudio completo generado se muestra en el “Anexo E” de este documento.

Tabla 4.5. Correlación bivariada I

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.6. Correlación bivariada II

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|   | El dominio de varios lenguajes de programación impacta directamente en la calidad del SF |                      |
| Trabajadores por lo menos con ingeniería impacta en la calidad del SF | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N  | ,558**<br>,000<br>52 |

**Interpretación de los resultados**

2.- Existe una correlación positiva moderada entre las organizaciones con trabajadores que cuentan por lo menos con ingeniería y los que dominan varios lenguajes de programación ya que esto impacta directamente en la calidad del software. Debido a que el cursar alguna ingeniería permite al alumno conocer diferentes lenguajes de programación y en qué tipo de proyectos aplicarlos.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.7. Correlación bivariada III

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|   | El uso de metodologías, administración de proyectos y enfoque de procesos ha influido en la calidad del desarrollo de SF |                      |
| Trabajadores por lo menos con ingeniería impacta en la calidad del SF | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N  | ,526**<br>,000<br>52 |

**Interpretación de los resultados**

3.- Existe una correlación positiva moderada entre los trabajadores que cuentan con una ingeniería, que se basan en metodologías, que tienen conocimiento en la administración de proyectos y que trabajan bajo el enfoque de procesos para generar software de calidad. Debido a que el nivel de la ingeniería les permite acercarlos a un plano de análisis diferente a los técnicos.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.8. Correlación bivariada IV

|   |   |  |                      |
|---|---|--|----------------------|
|   |   | Las innovaciones para hacer SF es lo que ha contribuido a tener mejores resultados |                      |
| El dominio de varios lenguajes de programación impacta en la calidad del SF   | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N |  | ,533**<br>,000<br>52 |
| 4.- Existe una correlación positiva moderada entre el dominio de varios lenguajes de programación y las innovaciones que se implementan para producir software de mayor calidad. Debido a que el generar nuevas formas de trabajo e innovaciones en los proyectos permite generar nuevas estrategias en los procesos tradicionales. |   |  |                      |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.9. Correlación bivariada V

|  |   |   |                      |
|--|---|---|----------------------|
|  |   | El uso de metodologías, administración de proyectos y procesos ha influido en la calidad del SF |                      |
| El personal trabaja bajo procesos en la generación del SF  | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N |   | ,836**<br>,000<br>52 |
| 5.- Existe una correlación positiva alta entre el personal que trabaja bajo un enfoque de procesos y los que utilizan metodologías, que se basan en la administración de proyectos para generar software de calidad. Debido a que el trabajar bajo procesos les permite agilizar las etapas y acciones a realizar durante el proyecto además, de que el conocer cómo administrar un proyecto evita el caer en errores que otras personas han cometido y que interrumpen el desarrollo de cualquier proyecto. |   |   |                      |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.10. Correlación bivariada VI

|  |   |   |                      |
|--|---|---|----------------------|
|  |   | El uso de SF mas actual permite generar mejores proyectos de SF |                      |
| El personal trabaja bajo procesos en la generación del SF  | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N |   | ,567**<br>,000<br>52 |
| 6.- Existe una correlación positiva moderada entre el personal de las organizaciones que trabajan bajo procesos y el software más actual. Debido a que el trabajar bajo un enfoque de procesos permite agilizar las tareas y evitar la burocratización de las mismas a esto agregando el uso de SF para agilizar las tareas de desarrollo. |   |   |                      |

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.11. Correlación bivariada VII

|   | El uso de modelos y metodologías ha contribuido a eficientizar los resultados |                      |
|---|---|----------------------|
| El personal trabaja bajo procesos en la generación del SF | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N                               | ,681**<br>,000<br>52 |

7.- Existe una correlación positiva moderada entre el personal que trabaja bajo procesos y los que utilizan modelos y metodologías para desarrollar software de calidad. Debido a que el personal que labora bajo procesos evita la burocratización de las tareas e implementar algún modelo o metodología le permite generar proyectos en donde se lleva una mejor planeación, control y evaluación del mismo.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.12. Correlación bivariada VIII

|  | La forma en que trabajan les ha dado apoyo de PROSOFT |                      |
|--|---|----------------------|
| El personal domina la administración de proyectos - PMI(PMBOK) | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N       | ,501**<br>,000<br>52 |

8.- Existe una correlación positiva moderada entre el personal que domina la administración de proyectos basándose en PMI-PMBOK y el apoyo obtenido a través de PROSOFT en México. Debido a que PROSOFT toma como base la metodología CMMI la cual tiene sus fundamentos en PMBOK.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.13. Correlación bivariada IX

|   | El uso de SF y HW permite generar proyectos de SF de mayor calidad |                      |
|---|--|----------------------|
| El uso de SF mas actual permite generar mejores proyectos de SF | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N                    | ,566**<br>,000<br>52 |

9.- Existe una correlación positiva moderada entre el uso de software más actual y el uso de hardware más actual. Debido a que para las organizaciones que desarrollan software les ayuda a generar mejores proyectos con herramientas que les faciliten avanzar en la sistematización y manejo de la información.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.14. Correlación bivariada X

|   | Indicador "facilidad de uso"                    |                      |
|---|---|----------------------|
| Principales etapas para el desarrollo de SF | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N | ,627**<br>,000<br>52 |

10.- Existe una correlación positiva alta entre las etapas de análisis diseño desarrollo e implementación para desarrollar software y el indicador denominado facilidad de uso, el cual se identificó como el de mayor importancia para medir la calidad en el software. Debido a que la mayor parte de las etapas que se llevan a cabo en el desarrollo de software se busca que sean de fácil uso y que no sea complicado para el usuario final entender y manejar el software que se genera.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

Tabla 4.15. Correlación bivariada XI

|                              | Etapa más importante para desarrollar SF – "Análisis" |                      |
|------------------------------|---|----------------------|
| Indicador "facilidad de uso" | Correlación de Pearson<br>Sig. (bilateral)<br>N       | ,519**<br>,000<br>52 |

11.- Existe una correlación positiva moderada entre el indicador "facilidad de uso" y la etapa de análisis para el desarrollo de software de calidad. Debido a que si se realiza una buena etapa de análisis por consecuencia se generara un software que sea de fácil manejo.

Fuente: Elaboración propia .-2013.

### 4.3 Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo - MDSIC.

El modelo para el desarrollo de software propuesto tiene como objetivo presentar una serie de pasos a través de cinco niveles que faciliten la administración de proyectos de software en pequeñas-medianas empresas y que requieran desarrollar software de una manera ágil. Este modelo está conformado por cinco niveles que son:

- Nivel 0: Detección del Problema.
- Nivel 1: Análisis y Diseño.
- Nivel 2: Desarrollo.
- Nivel 3: Implementación.
- Nivel 4: Indicadores de calidad.

Además de contemplar los primeros cinco niveles de los grupos de procesos que contempla el Project Management Institute (PMI):

- Integración de la administración del proyecto.
- Alcance.
- Tiempo.
- Costo.
- Calidad.

Los cuales permiten producir un entregable (SF) de calidad.

Dicho modelo se puede leer de una manera sencilla ya que cuenta con la generalidad de poder entender su funcionamiento desde la parte superior izquierda a la inferior derecha y de arriba hacia abajo. Además de estar conformado por niveles, a continuación se describe el funcionamiento de los niveles:

**1.- Nivel 0.** El primer nivel denominado “0” permite iniciar con la identificación del problema, este proceso consiste en la identificación de una problemática, la cual contempla que se lleve a cabo de 3 a 10 reuniones como máximo en donde se busca conocer las necesidades específicas del proyecto y el alcance que se pretende. Generando un análisis de viabilidad y fiabilidad para que el cliente conozca las ventajas y desventajas de la generación del software además este tipo de estudios permite disminuir tiempos, costos y generar beneficios en el producto.

En dichas reuniones participará un equipo multidisciplinario que estará conformado por las personas que solicitan dicho software (cliente) y un equipo conformado por expertos (skateholders) de cada una de las áreas que dominan los procesos del modelo y las áreas involucradas de la organización así como del proyecto que ayudaran a identificar las necesidades que se tienen en dicho proyecto. Después de esto los documentos generados de todos los subprocesos que conforman los niveles se enviaran a una base denominada “**memoria de actividad**” la cual almacenara todos los datos de la información generada del proyecto a desarrollar.

**2.- Nivel 1.** El segundo nivel denominado “1” hace referencia al análisis y diseño ya que son dos de las etapas más importantes para muchas de las empresas encuestadas que desarrollan software; pensando en que este modelo permita un desarrollo ágil de software a las organizaciones se contempla unir las etapas de análisis y diseño para la generación de desarrollos ágiles. Además de contemplar uno de los principios básicos de la planeación estratégica como lo es el alinear las Tecnologías de la Información con los objetivos de la organización, lo que permite llevar a cabo un análisis adecuado de los requerimientos y especificaciones del proyecto a desarrollar (SF), el cual se verá plasmado en un Work Breakdown Structure (WBS). Esto es la base para la generación de la etapa de diseño de las interfaces gráficas del usuario (SF) y la selección del lenguaje de programación más óptimo en el cual se realizará el desarrollo del producto.

Es importante medir y comparar los resultados generados hasta este punto de esta etapa, por ello se propone una evaluación a través de un “**plan de pruebas**”, que permite comparar los avances contra los resultados generados del grupo multidisciplinario. Después de esta comparativa de los resultados generados hasta este punto con toda la información generada anteriormente se propone generar un prototipo (Beta testing) con el cual el cliente interactúe con el producto y determine su satisfacción con el producto y exponga los puntos con los cuales no está de acuerdo y que se hayan generado en los requerimientos y especificaciones. El uso de prototipos es una forma práctica y útil para conocer la satisfacción del cliente y generar una interacción con el producto para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se pueden tener con base en el proyecto.

**3.- Nivel 2.** El tercer nivel denominado “2” hace referencia al desarrollo de la aplicación en la cual la primer etapa consiste en dividir el desarrollo del sistema a través de módulos, lo cual permitirá su desarrollo por partes, esto facilita realizar la evaluación de los módulos desarrollados e ir realizando las pruebas correspondientes. La siguiente etapa habla de la evaluación de los requerimientos en conjunto con los módulos desarrollados, con base en dicha evaluación se determinará la aprobación de los módulos para pasar al proceso del nivel 3 relacionado con la implementación.

**4.- Nivel 3.** El cuarto nivel denominado “3” hace referencia a la implementación del sistema. Como primer etapa se comienza con la implementación del sistema y se realizan las diferentes pruebas relacionadas con el funcionamiento del sistema, como siguiente etapa se presenta una pre - entrega del sistema para que el usuario interactúe con la aplicación desarrollada y se corrigen errores. Por último se procede con la entrega de la documentación y los procesos post-desarrollo.

**5.- Nivel 4.** El quinto nivel denominado “4” hace referencia a los indicadores de calidad que hablan de once indicadores que se dividen en tres grupos y permiten medir la calidad del software Pressman & Perry (2006). A continuación se describen cada uno de ellos y en qué consisten, como se muestra en la tabla 4.16

Tabla 4.16. Indicadores de calidad del software

| Indicadores  | Descripción   |
|--|---|
| - Corrección (¿Hace lo que se le pide?)                    | Es el grado en que un software satisface las especificaciones y consigue los objetivos solicitados por el cliente.                            |
| - Fiabilidad (¿Lo hace de forma fiable, todo el tiempo?)   | Es el grado que se puede esperar de un software para que lleve a cabo las operaciones especificadas y con la precisión requerida.             |
| - Eficiencia (¿Qué recursos hardware y software necesito?) | Es la cantidad de recursos hardware y software que necesita un software para realizar las operaciones con los tiempos de respuesta adecuados. |
| - Integridad (¿Puedo controlar su uso?)                    | Es el grado con que se controla el acceso al software o a los datos del personal, no autorizado.  |
| - Facilidad de uso (¿Es fácil y cómodo de manejar?)        | Es el esfuerzo requerido para aprender el manejo de una aplicación, trabajar con ella, introducir y conseguir resultados.                     |
| - Facilidad de mantto. (¿Puedo localizar los fallos?)      | Es el esfuerzo requerido para localizar y reparar errores   |
| - Flexibilidad (¿Puedo añadir nuevas opciones?)            | Es el esfuerzo requerido para modificar una aplicación en funcionamiento.   |
| - Facilidad de prueba (¿Puedo probar todas las opciones?)  | Es el esfuerzo requerido para probar una aplicación de forma que cumpla con lo especificado en los requisitos.                                |
| - Portabilidad (¿Podré usarlo en otra máquina?)            | Es el esfuerzo requerido para transferir la aplicación a otro hardware o sistema operativo.   |
| - Reusabilidad (¿Podré utilizar                            | Es el grado que define que partes de una aplicación   |

|  |   |
|--|---|
| alguna parte del software en otra aplicación?)                           | pueden utilizarse en otras aplicaciones.  |
| - Inter operabilidad (¿Podrá comunicarse con otras aplicaciones/sistemas | Es el esfuerzo necesario para comunicar la aplicación con otras aplicaciones o sistemas informáticos. |

Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.1 Integración del PMI en el modelo para el desarrollo de software.**

A continuación se describen las etapas del PMI que integran el modelo para el desarrollo de software. Dichas etapas se acoplan de manera significativa a los cinco niveles que conforman el modelo propuesto, teniendo como objetivo el aseguramiento de la calidad del producto final (SF). A continuación se describe el funcionamiento de las etapas a través de sus procesos de funcionamiento en los diferentes niveles que conforman al modelo, como se muestra en la figura 4.3.

**1.- PMI 1.** Esta etapa contempla identificar al patrocinador principal del proyecto, quien será el que brinde la información necesaria para identificar la problemática y conocer los alcances y límites del proyecto antes de iniciar con la planeación del mismo. En esta etapa de iniciación el PMI contempla que se genere una serie de premisas y actividades que permitan iniciar formalmente con el arranque además de aplicar recursos a las diferentes actividades que conforman al proyecto y generar un entendimiento común entre los interesados. Estas actividades son las siguientes:

##### **1. Proceso de iniciación**

- Análisis de viabilidad.
- Análisis de fiabilidad.
- Justificación.
- Acta de constitución del proyecto.
- Enunciado del trabajo del proyecto(alcance preliminar del proyecto).
- Expectativas de stakeholders.
- Factores ambientales de la empresa-proyecto.
- Activos de la organización en los procesos.

**2.- PMI 2.** Se optó que la etapa del modelo del PMI 2, la cual hace referencia a los procesos de planificación y de costos brinden soporte a la etapa 1 del modelo (análisis y diseño). Esta etapa pretende generar una planificación útil que sirva como guía de las diferentes actividades a desarrollar durante el proceso y que ayude a la medición de los avances de dichas actividades. En esta etapa de planificación el PMI contempla que se genere una serie de premisas y actividades que permitan iniciar formalmente con la planificación de un proyecto además de aplicar recursos a las diferentes actividades que conforman al proyecto y generar un entendimiento común entre los interesados. Estas actividades son las siguientes:

## **2. Proceso de planificación**

### **a) Tiempo**

- Levantamiento de requisitos.
- Definición del alcance y actividades.
- Planificación del alcance y secuencia de actividades – WBS (Work Breakdown Structure).
- Metodología.
- Verificación del alcance.
- Control del alcance.
- Análisis y respuesta de riesgos.

### **b) Costos**

- Estimación de costos.
- Presupuesto del proyecto.
- Asignación del recurso.

**3.- PMI 3.** Se optó que la etapa del modelo del PMI 3, la cual hace referencia a los procesos de calidad brinden soporte a los procesos del nivel 2 y 3 del modelo, los cuales hacen referencia al desarrollo e implementación del software. Esta etapa pretende generar una ejecución, supervisión y control en las diferentes actividades a desarrollar durante el proceso ayudando así a la medición de los avances de dichas actividades y de su calidad, estas actividades son las siguientes:

### **3. Calidad**

- Evaluación de la calidad.
- Aseguramiento de la calidad.

**4.- PMI 4.** Se optó que la etapa del modelo del PMI 4, la cual hace referencia a los procesos de cierre brinden soporte al proceso del nivel 4 del modelo, los cuales hacen referencia a los indicadores de calidad del software generado a través del modelo.

#### **4. Proceso de cierre**

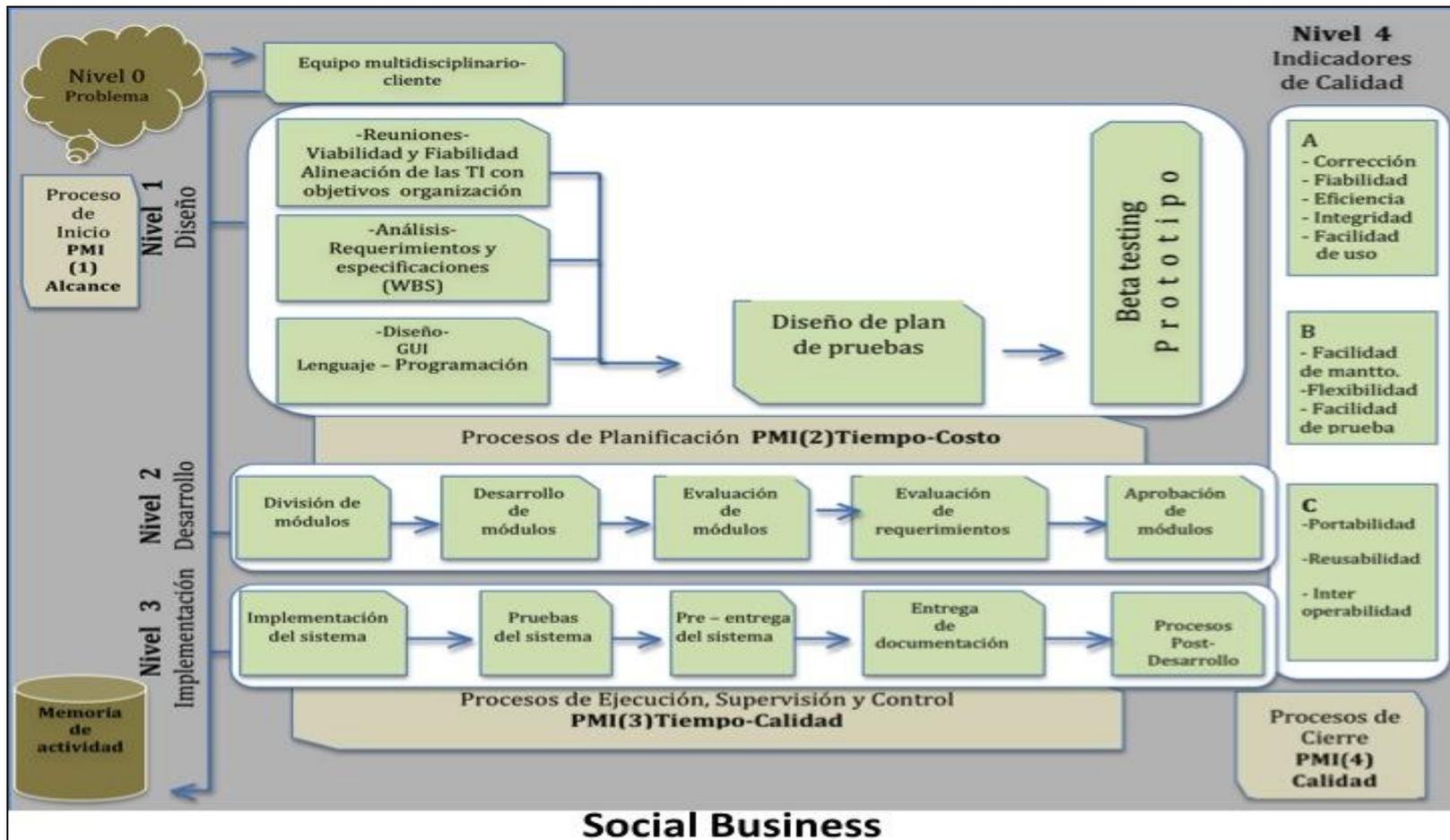
- Procedimiento de cierre administrativo.
- Procedimiento de cierre del contrato.
- Producto, servicio o resultado final.
- Activos de los procesos de la organización (actualizados).
- Contratos concluidos.
- Cierre del proyecto.
- Cierre del contrato.
- Documentación.

#### **4.3.2 Integración del social business en el modelo para el desarrollo de software integral colaborativo.**

Los seres humanos por naturaleza siempre hemos sido sociales. El incremento de las tecnologías sociales han permitido a las personas saciar su deseo innato de estar más interconectadas. La posibilidad de gestionar la información de las redes sociales recae sobre los usuarios. La oleada social se ha afianzado firmemente en el día a día tanto de los países desarrollados como de los que están en vías de desarrollo. Una mejor comunicación y colaboración mediante las tecnologías sociales ha aumentado la productividad de los trabajadores que necesitan estar interconectados con los demás.

Por ello el MDSIC ha incorporado al social bussines como elemento generador de una base de conocimiento, la cual obtendrá comentarios y opiniones de gente experta en el desarrollo de software a la medida y de los usuarios que tomen como base al MDSIC como herramienta

para el desarrollo del software a través de los comentarios generados de las redes sociales que se encuentran incorporadas en el software MDSIC 1.0. A continuación se describe el proceso general de los pasos que se deben de seguir para utilizar el modelo para el desarrollo de software integral colaborativo, el cual se muestra en la figura 4.1



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1 Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo.

#### 4.4 Software del modelo de desarrollo de software integral colaborativo – MDSIC v1.0.

Una parte esencial en el MDSIC es la parte denominada “**memoria de actividad**”, la cual se ve reflejada en un sistema que se encuentra en internet, basado en la tecnología denominada “Responsive web design” o “Diseño web adaptable” la cual es una forma de programación que permite a cualquier sitio o sistema basado en web adaptarse al medio a través de cualquier dispositivo por el cual un usuario este accediendo al mismo. Los tamaños de pantalla cambian según el medio con el que se accede. El software que acompaña al MDSIC, tiene como objetivo capturar y almacenar la información que se va generando de los proyectos desarrollados que toman como base el MDSIC.

Además de generar una base de conocimiento generada por expertos que busca generar mejoras en los procesos de desarrollo de software a la medida y de los diferentes niveles que propone el MDSIC. MDSIC 1.0 permite el trabajo colaborativo a partir de su naturaleza multiusuario, la cual se refleja en el registro de diferentes usuarios que pueden registrarse en el sistema, como se muestra en la figura 4.2 y ser invitados a diferentes proyectos de desarrollo de software, dependiendo de su perfil.

A screenshot of a web browser displaying a registration form for MDSIC. The browser's address bar shows the URL 'http://132.248.203.27:8080/mdsic/'. The form is titled 'Registrarse' and contains several input fields: 'Nombre', 'Apellido paterno', 'Apellido Materno', 'Alias de usuario', 'eMail', 'Contraseña', and 'Confirmar Contraseña'. The MDSIC logo is visible at the bottom of the page, with the text 'Modelo de Desarrollo de Software Integral Colaborativo' underneath it. The background of the page features a faint, stylized network diagram.

Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.2 Pantalla de registro de usuario del software MDSIC.

Después de estar registrado en el software MDSIC, el usuario puede ingresar al sistema para poder participar en proyectos de desarrollo de software, como se muestra en la figura 4.3



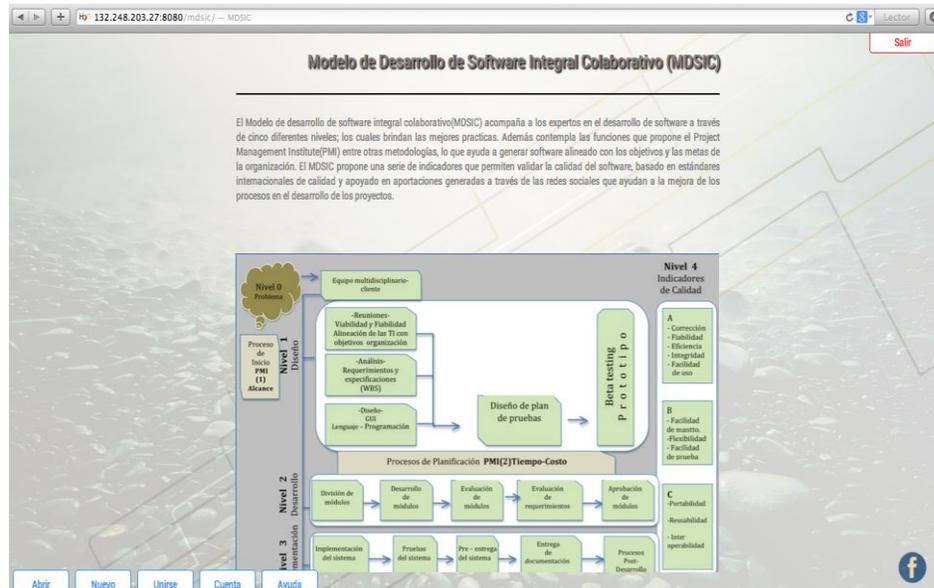
Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.3 Pantalla de ingreso de usuarios al software MDSIC.

La pantalla principal del software muestra el modelo y la descripción grafica del mismo, además de que en la parte inferior izquierda presenta las opciones principales del sistema, como son:

- Abrir (proyecto existente)
- Nuevo (crear nuevo proyecto)
- Unirse (a un proyecto en el cual se haya realizado una invitación)
- Cuenta (cambiar de contraseña de la cuenta)
- Ayuda (relacionada con las principales opciones y campos del software MDSIC)

En la parte superior derecha se presenta la opción de salir y en la inferior el icono de facebook para contribuir con aportaciones a través de diferentes redes sociales, como se muestra en la figura 4.4



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.4 Pantalla principal al software MDSIC.

Existen diferentes niveles y roles, como se muestra en la figura 4.5 con los que los usuarios pueden participar en el software MDSIC 1.0, como:

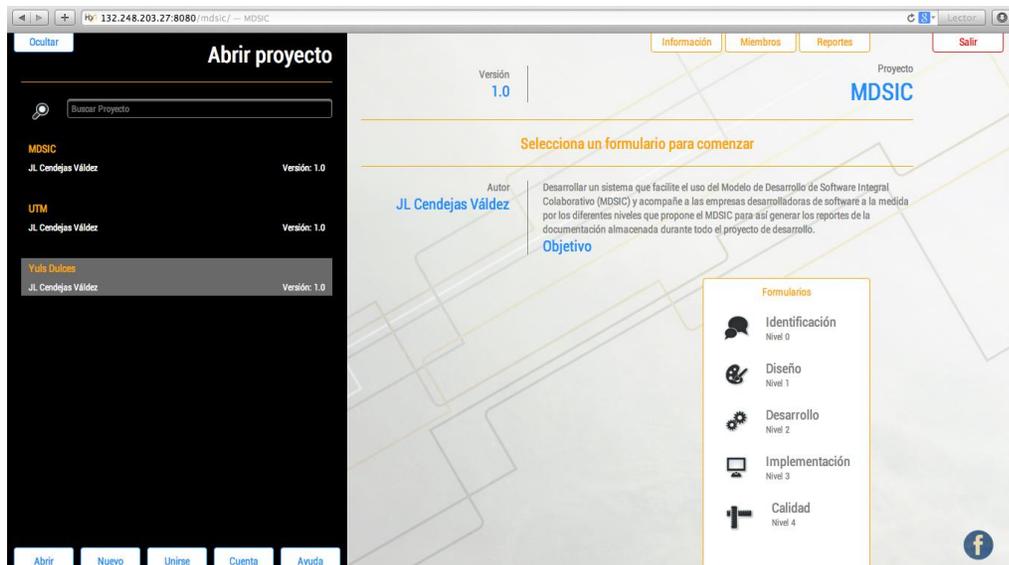
- Administrador de proyectos
- Cliente
- Analista
- Diseñador
- Desarrollador
- QA (aseguramiento de la calidad)



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.5 Pantalla de usuarios y roles de los participantes.

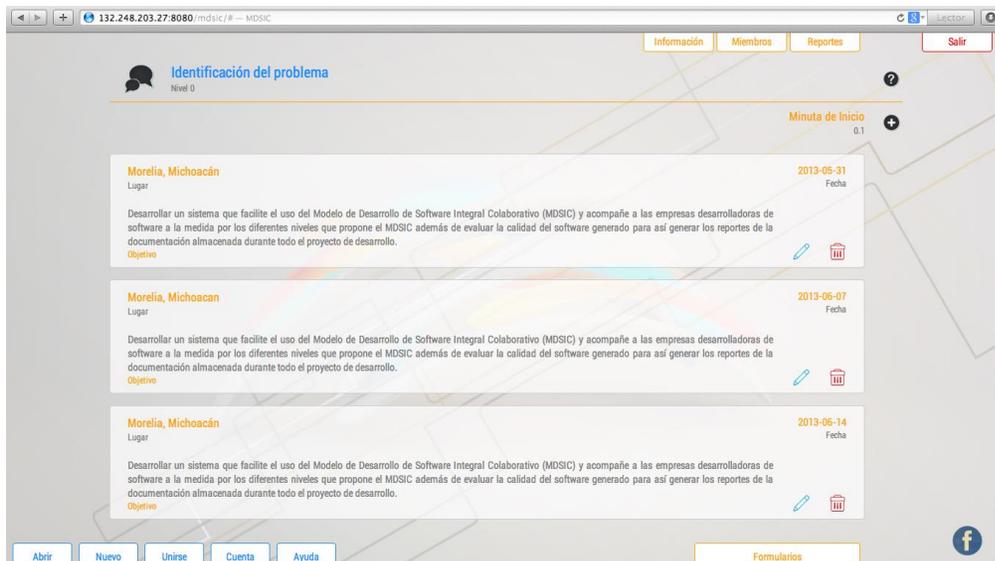
El rol de administrador de proyectos es el nivel más alto, ya que es el encargado de crear, administrar y dar seguimiento a todo el proyecto desde el nivel 0 hasta el nivel 4 propuestos por el MDSIC. Además, de que será el responsable de capturar la información de las minutas que se presentan en dichos niveles, como se muestra en la figura 4.6. La creación de los demás roles dependerán, de su necesidad de creación y están inmersos en el proceso del desarrollo del proyecto. El analista y diseñador participan específicamente en el nivel 1 del MDSIC, el desarrollador en el nivel 2 y el QA solo participa en el nivel 3, 4 y 5 para aprobar los módulos y elementos que se entregarán al cliente.



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.6 Pantalla para elegir un proyecto existente y/o seleccionar un nivel.

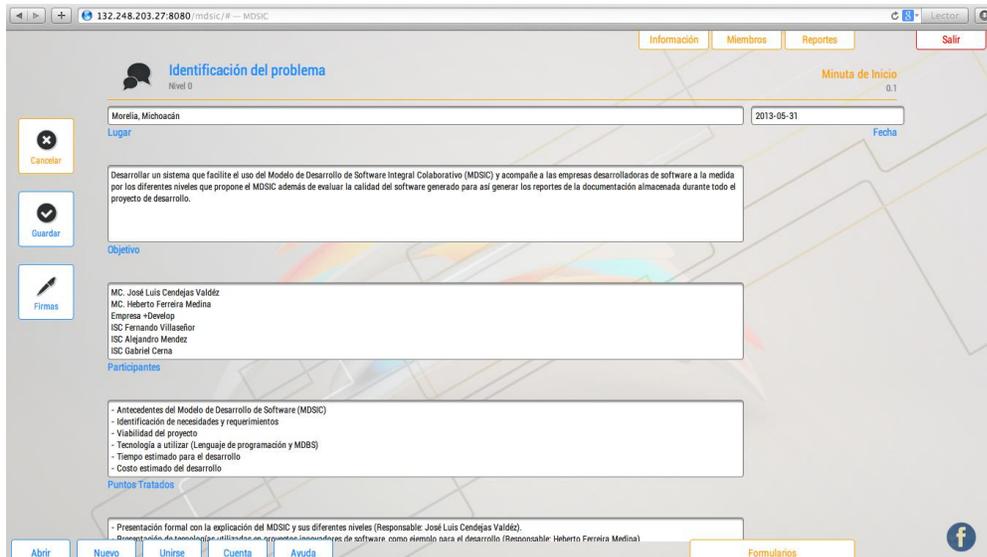
**1.- La opción de “Identificación del problema” la cual representa el nivel cero en el modelo,** el administrador tendrá la opción de poder dar de alta varias minutas que registren la información generada a través de las diferentes reuniones llevadas a cabo con el cliente y con el equipo multidisciplinario, dichas minutas están basadas en las plantillas que presenta MOPROSOFT. En este nivel el administrador del proyecto encontrará datos básicos y necesarios para la identificación del problema a resolver, como se muestra en la figura 4.7



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.7 Pantalla principal del nivel 0, identificación del problema.

El administrador del proyecto tendrá que capturar el lugar y la fecha en que fue llevada a cabo dicha reunión, el objetivo, los participantes, los puntos tratados, los acuerdos obtenidos, el seguimiento de los compromisos pendientes como los asuntos pendientes por resolver. Los participantes en el proyecto deberán de firmar cada minuta generada siempre y cuando hayan intervenido en su realización y el administrador del proyecto haya solicitado su firma, la firma se representa a través de un código QR que es generado por el sistema para cada uno de los participantes, esto permite dar validez a la información generada por todos los participantes que intervienen en las reuniones, como se muestra en la figura 4.8

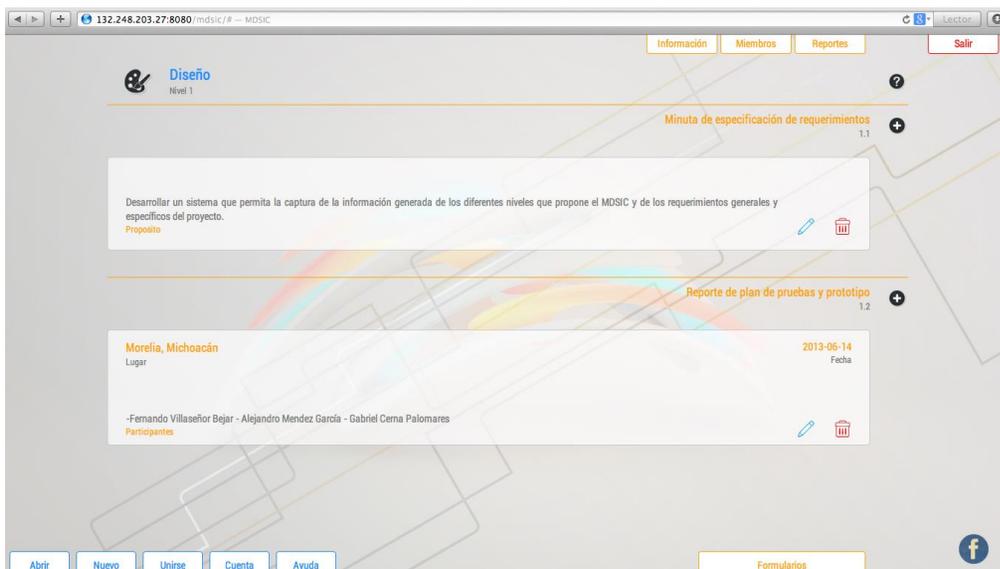


Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.8 Minutas del nivel 0, identificación del problema.

2.- El nivel uno denominado “Diseño”, consta de dos opciones principales, como se muestra en la figura 4.9, las cuales son:

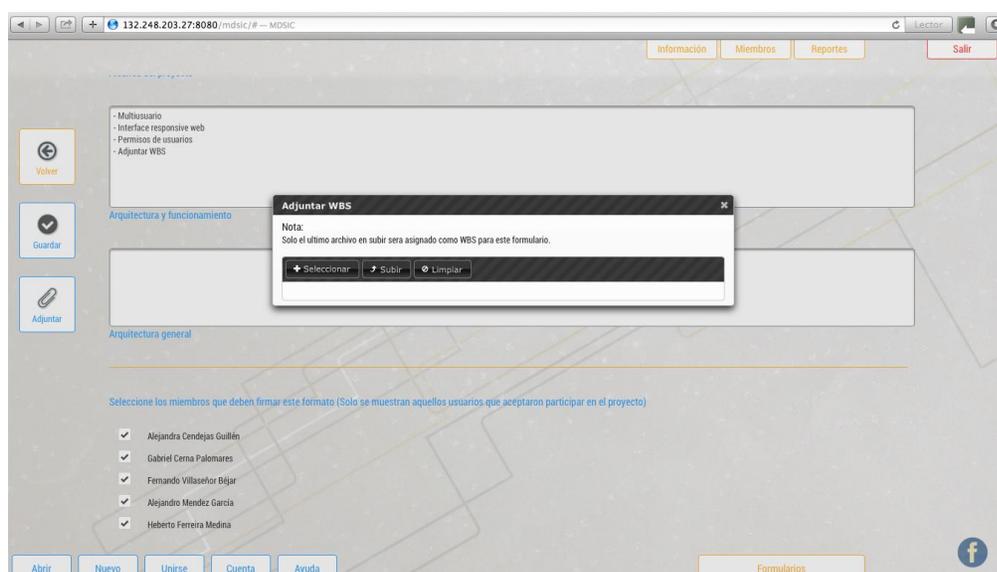
- Minuta de especificación de requerimientos
- Reporte del plan de pruebas y prototipo



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.9 Minutas del nivel 1, diseño.

En la minuta de especificación de requerimientos el administrador del proyecto capturará el campo de introducción, propósito, alcance, alcance del proyecto, arquitectura y funcionamiento así como la arquitectura general del software a desarrollar. Esta minuta va acompañada por un documento que representa la planeación, dicho documento puede ser generado desde cualquier aplicación (administradora de proyectos) en formato “pdf” que permita generar la planeación del proyecto en mención, esto permitirá que los miembros que participan en dicho proyecto conozcan las diferentes actividades además de firmar los costos, los tiempos y las fechas de entrega que se generan para cada actividad así como en las minutas en que ellos participan como se muestra en la figura 4.10 y 4.11.



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

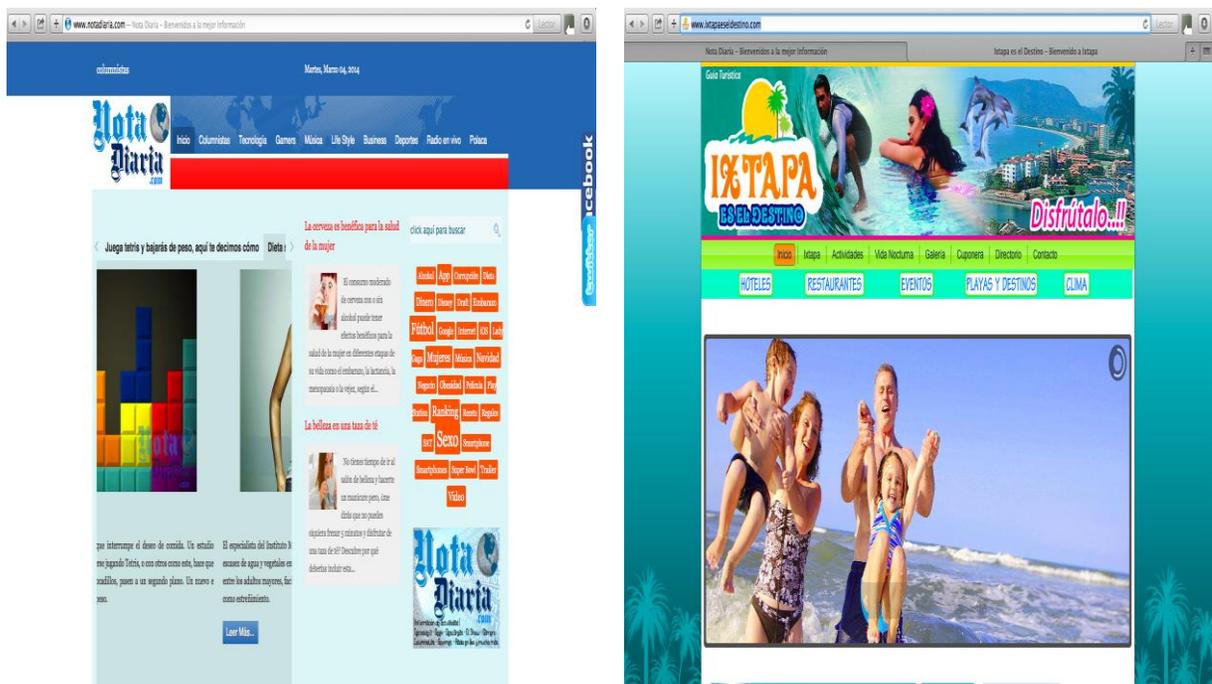
Figura 4.10 Formato para adjuntar la planeación del proyecto (WBS) y diseño.



## Capítulo V. Análisis e Interpretación de los Resultados.

### 5.1 Cuasi experimento - Aplicación del modelo en proyectos de desarrollo de software.

Para comprobar las ventajas y los resultados que emanan del funcionamiento de MDSIC, se aplicó en dos proyectos de desarrollo de software. Uno en la empresa **+Develop**, el cual soporta a este trabajo de investigación y que se muestra su funcionamiento e interfaces en el punto 4.4 y en la figura 4.3 se puede observar la interface principal del producto. La otra empresa que participo en la implementación de MDSIC fue la empresa denominada **Pixel imagen**, ambas situadas en la ciudad de Morelia. MDSIC fue implementado en dos proyectos de desarrollo de software que realizo dicha empresa (Pixel Imagen), se puede observar las interfaces de los proyectos en la figura 5.1 y se pueden encontrar en internet en las siguientes direcciones: 1) <http://www.notadiaria.com>; 2) <http://www.ixtapaeseldestino.com>



Fuente: <http://www.notadiaria.com>

<http://www.ixtapaeseldestino.com>

Figura 5.1 Pantalla de proyectos basados en MDSIC por Pixel Imagen.

Para conocer los resultados emanados de la aplicación se aplicó una encuesta antes del desarrollo de los proyectos sin conocer la propuesta del MDSIC. Y otra encuesta con los mismos reactivos después del desarrollo basado en el MDSIC. Dichas encuestas fueron diseñadas bajo la escala de Likert en donde el valor más bajo es 1 y representa a la respuesta “totalmente en desacuerdo” y la más alta es de 5 y representa a la respuesta “totalmente de acuerdo”. Las preguntas de la encuesta tuvieron como base los ejes principales del MDSIC y los resultados de dichas encuestas se pueden examinar en el anexo H los cuales se describen a continuación en la tabla 5.1 y 5.2.

Tabla 5.1. Resultados del Cuasi – experimento (+Develop).

| Preguntas +Develop | Sin MDSIC | Con MDSIC |
|--------------------|-----------|-----------|
| 1                  | 5         | 5         |
| 2                  | 4         | 4         |
| 3                  | 4         | 3         |
| 4                  | 3         | 4         |
| 5                  | 4         | 5         |
| 6                  | 4         | 5         |
| 7                  | 2         | 4         |
| 8                  | 3         | 3         |
| 9                  | 1         | 4         |
| 10                 | 1         | 5         |
| 11                 | 3         | 5         |
| 12                 | 1         | 4         |
| <b>Totales</b>     | <b>35</b> | <b>51</b> |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2. Resultados del Cuasi – experimento (Pixel Imagen).

| Preguntas P. Imagen | Sin MDSIC | Con MDSIC |
|---------------------|-----------|-----------|
| 1                   | 5         | 5         |
| 2                   | 1         | 5         |
| 3                   | 4         | 5         |
| 4                   | 1         | 4         |
| 5                   | 3         | 4         |
| 6                   | 4         | 5         |
| 7                   | 1         | 4         |
| 8                   | 3         | 4         |
| 9                   | 1         | 4         |
| 10                  | 3         | 4         |
| 11                  | 1         | 4         |
| 12                  | 1         | 5         |
| <b>Totales</b>      | <b>28</b> | <b>53</b> |

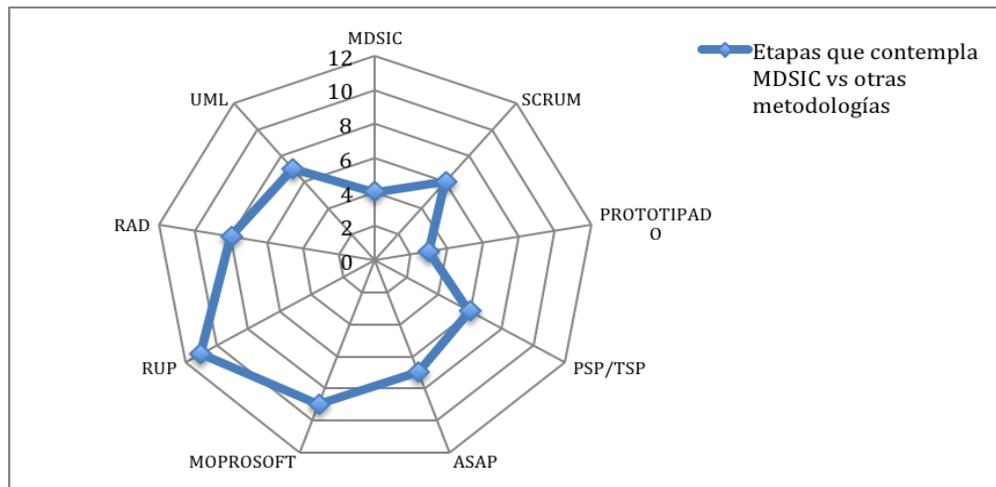
Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Comparativas de MDSIC vs metodologías más usadas

Con base en la implementación de MDSIC en el cuasi experimento, se genero un estudio comparativo entre el MDSIC con otras metodologías que son de las más usadas en el mercado del desarrollo de software, tomando como elementos comparativos los siguientes:

- Etapas que contemplan
- Tamaño de los proyectos
- Costos
- Evaluación de la calidad
- Integración del social business
- Beneficio

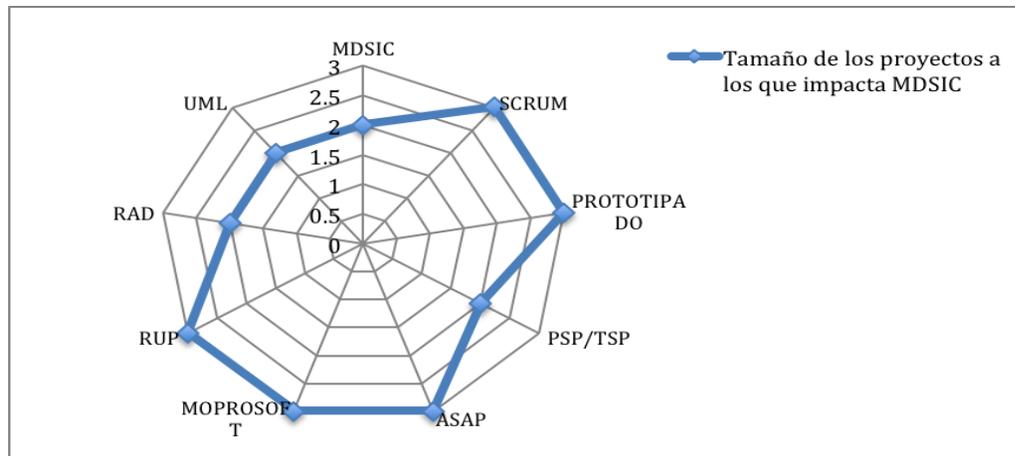
A continuación se presentan las graficas generadas de dicha comparativa. La primer imagen presenta el número de etapas que contempla MDSIC vs ocho diferentes metodologías usadas en la actualidad, ver figura 5.2.



Fuente: propia

Figura 5.2 Etapas de MDSIC vs otras metodologías.

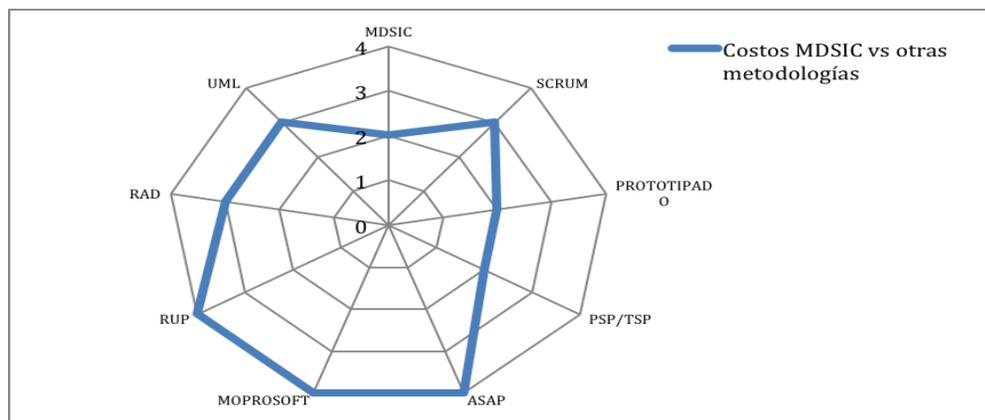
La siguiente imagen presenta el tamaño de proyectos a los que impacta MDSIC vs ocho diferentes metodologías usadas en la actualidad, ver figura 5.3.



Fuente: propia

Figura 5.3 Tamaño de los proyectos a los que impacta MDSIC vs otras metodologías.

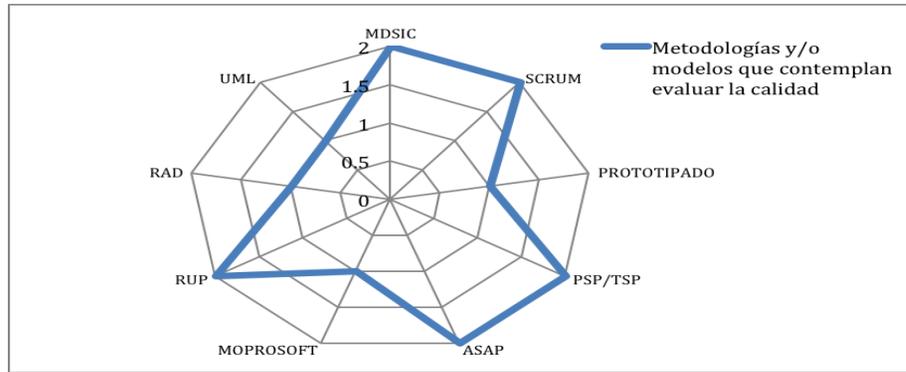
La siguiente imagen presenta el costo que generan los proyectos que aplican MDSIC vs ocho diferentes metodologías usadas en la actualidad, ver figura 5.4.



Fuente: propia

Figura 5.4 Estimación de los costos generados en los proyectos con MDSIC vs otras metodologías.

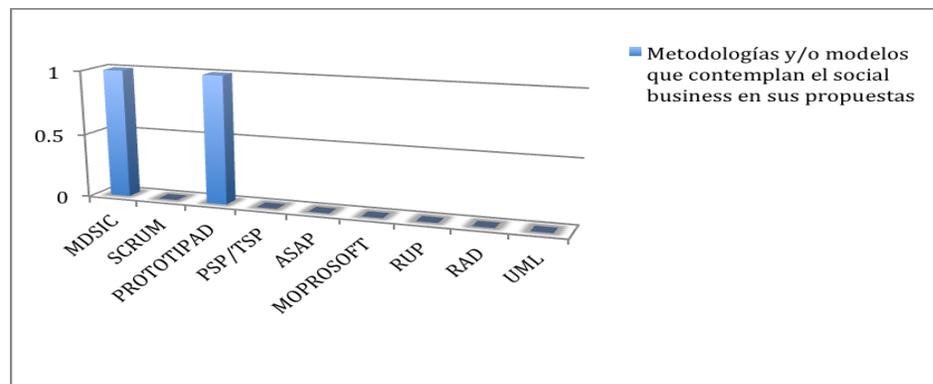
La siguiente imagen presenta la comparativa la evaluación de la calidad de MDSIC vs ocho diferentes metodologías usadas en la actualidad, ver figura 5.5.



Fuente: propia

Figura 5.5 MDSIC vs Metodologías que contemplan evaluar la calidad en el desarrollo de software a la medida.

La siguiente imagen presenta la comparativa de la aplicación del social business entre el MDSIC vs ocho diferentes metodologías usadas en la actualidad, ver figura 5.6.



Fuente: propia

Figura 5.6 MDSIC vs Metodologías que contemplan aplicar el social business en el desarrollo de software a la medida.

### 5.3 Contribución de la tesis.

Actualmente existe una gran variedad de formas y técnicas para desarrollar software, estas dependen del tamaño del proyecto, de la capacitación del personal, de la aplicación de los métodos, de sus tamaños y de las formas de trabajar de las organizaciones que desarrollan

software a la medida. Esto por sí solo no proporciona ventaja alguna debido a que no genera estándares bien definidos que ayuden a unificar criterios y por ende a facilitar el desarrollo del software a la medida. Por ello con esta investigación se puede conocer que:

- En las organizaciones que desarrollan software no existen mecanismos correctos de acceso a la información de las metodologías y modelos que ayuden al desarrollo del software ni mucho menos el aprendizaje adecuado de dichas metodologías y modelos para su implementación, por ello se desarrolla un modelo teórico que permite analizar la relación entre la orientación al mercado, la innovación tecnológica, el capital humano y los resultados económicos de empresas en un sector de alta tecnología.
- Se presenta una revisión bibliográfica de los temas de orientación al mercado, capital relacional e innovación tecnológica, centrándose principalmente en la adecuación de estos conceptos para ser estudiados dentro de un sector de alta tecnología.
- La bibliografía sobre los conceptos de estrategia, innovación tecnológica y capital humano, se espera sean temas de interés y utilidad para la comunidad académica relacionada principalmente con el área de desarrollo de software a la medida, para conocer la importancia de la calidad del desarrollo de software, no sólo debe centrar sus investigaciones en la parte tecnológica y técnica, sino que también es importante considerar el punto de vista de estrategia de negocio.
- Para quienes se encuentran inmersos en las áreas estratégicas de los negocios, se puede observar como el área de la tecnología es de las más importantes para el crecimiento económico de las regiones y la competitividad de las organizaciones.
- Se ofrece un análisis general del sector de la industria del software a nivel global.
- Presenta un modelo (MDSIC) basado en el conocimiento y experiencia de los expertos en el desarrollo de software a la medida.
- Este trabajo ha sido desarrollado con el objetivo de fungir como herramienta de referencia para otras investigaciones y como base en este mundo fascinante de la investigación.
- A través de los resultados obtenidos en el estudio empírico, se destaca la importancia de la innovación tecnológica, el capital humano y el mercado en el sector de la industria

del software, principalmente la relación entre la innovación tecnológica y la orientación al mercado.

- Con base en la implementación de MDSIC, se observó que se generó un grupo de elementos que contribuye directamente en la estrategia y objetivos de la organización y que ayudan a muchas de las necesidades que tienen las empresas desarrolladoras de software en la actualidad, dichos elementos son:
  - **Costos - reducción de costos.** Sin duda este es uno de los puntos más interesantes e importantes para las empresas que aplican el MDSIC. Ya que la innovación es hoy en día un elemento fundamental dentro de la supervivencia empresarial, pero centrar toda la innovación en estructuras internas genera costos excesivos que muchas empresas no pueden asumir, abrir los canales de innovación al exterior(stakeholders) va a permitir unir esfuerzos y mejorar resultados reduciendo así costos en todos los procesos y subprocesos de los proyectos de desarrollo de software a la medida.
  - **Apertura - democratización de la innovación.** La innovación permite un mejor acceso a estrategias de innovación por parte de empresas que no tienen habitualmente presupuesto para realizarlas dentro de sus propias empresas.
  - **Roles - redefinición de roles internos.** La introducción de estrategias de innovación propone un cambio en las funciones y maneras de gestionar con lo que se suele apreciar un cambio y una mejora de capacidades internas al mejorar nuestra respuesta al nuevo entorno en el que nos encontramos.
  - **Información - aumento de fuentes de información.** La capacidad de innovación ya no depende de ser capaces de acceder a información generalmente procesada internamente por un departamento o un equipo de trabajo en concreto. Las empresas que apliquen MDSIC generaran que las fuentes de información se multipliquen de modo que se pueda nutrir tanto internamente (todos los trabajadores participan de la innovación), como externamente (tanto proveedores como cliente o stakeholders pueden participar de la innovación).

- **Mercados - acceso a nuevos mercados.** Lo interesante de la propuesta del MDSIC es que en cierto modo se pierde el control de él, y eso es muy bueno, puesto que permite aumentar la posibilidad de impacto y llegar a conclusiones no esperadas. Además deja la capacidad de desarrollos que hacen llegar a mercados sobre los que no se tenía las claves pero que los involucrados en los procesos si tienen.
- **Redes - aumentan las redes de colaboración.** Las empresas han comprendido que no están solas en los mercados. El trabajo debe de ser en red, protegiendo y gestionando adecuadamente los contactos y colaboradores, para mejorar la capacidad de respuesta de las empresas y el desarrollo de proyectos innovadores.
- La innovación abierta es un potenciador natural de esas redes de colaboración.
  - El MDSIC contribuye de manera directa a los objetivos, ver tabla 5.3 de las organizaciones desarrolladoras de software a la medida en:
  - El aumento de la productividad.
  - El retorno rápido de la inversión.
  - La facilidad de la implementación.
  - La reducción de costos en todos sus procesos.
  - Las tendencias del mercado.
  - La madurez tecnológica.
  - El ser innovadores.
  - La mejora del servicio.

Tabla 5.3 Objetivos del MDSIC

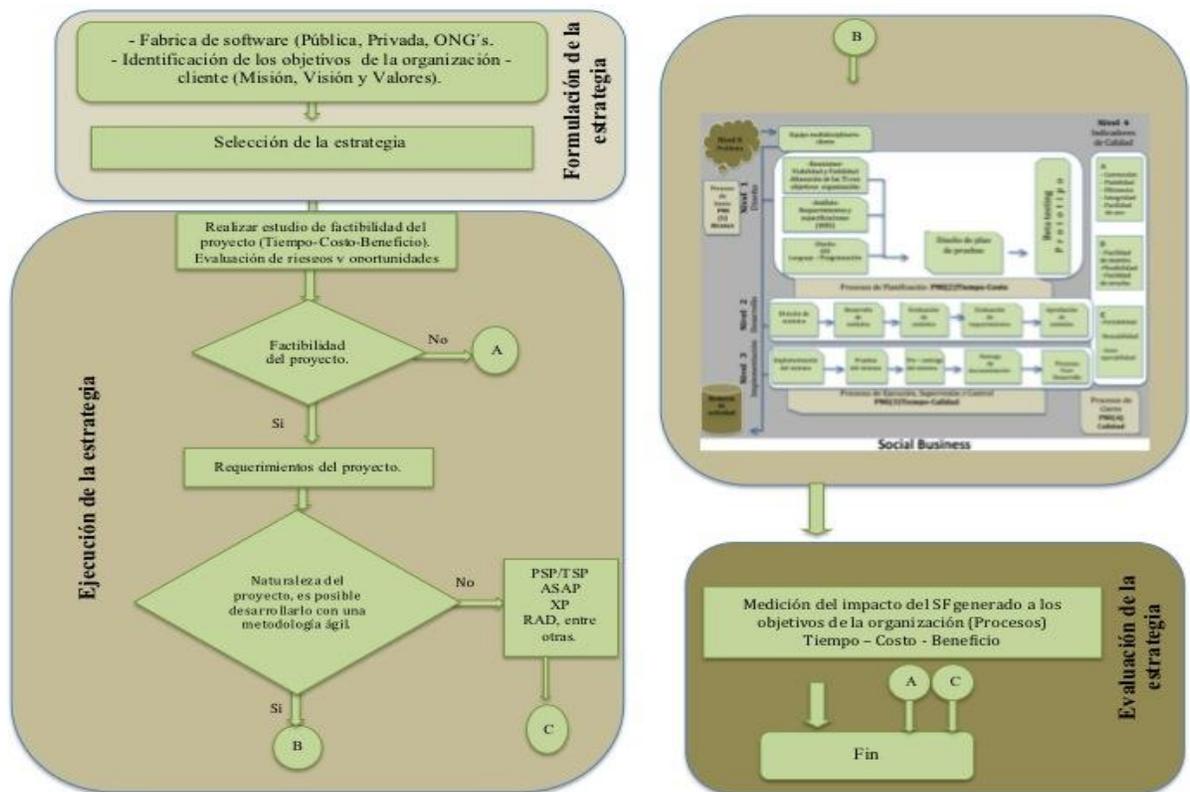
| Objetivos conseguidos con la implementación del MDSIC   |
|---|
| Aumentar la eficiencia y la productividad, asegurar un control en tiempo real de los procesos, mejorar y agilizar la respuesta de las necesidades de los procesos que conforman el proyecto. Así como alcanzar la interactividad de la movilidad entre todas las áreas y efectivos adscritos al proyecto. |
| Mejorar la estrategia de comunicación y fidelización del cliente a través del canal móvil.  |
| Aumentar la eficiencia en el servicio y generar la información.   |
| Mejorar la atención al cliente a través del canal móvil.  |
| Aumentar la productividad, optimizar los procesos y reducir los errores humanos.  |
| Reducir costos, el tiempo de los procesos y hacer posible el cambio cultural de la organización.  |
| Ser pioneros, reducir costos en el mediano y largo plazo, aumentar la seguridad de la información.  |
| Ser innovadores, aumentar la eficiencia en el trabajo, homogeneizar la información de las necesidades de los clientes.  |
| Asegurar el servicio y la fiabilidad de los proyectos, eliminar las ineficiencias, optimizar los procesos y automatizar los tiempos y movimientos.  |

Acceder a la información de forma inmediata y ubicua.

Incrementar la satisfacción del cliente, asegurar el retorno de la inversión.

Fuente: Elaboración propia

Estos argumentos de carácter más general se complementan con las necesidades internas de los departamentos afectados en tener conformada una estrategia corporativa que promueva el uso de MDSIC en la organización, por ello MDSIC embona en la estrategia de la organización de la siguiente manera, como se puede observar en la figura 5.7.



Fuente: propia

Figura 5.7. El MDSIC acompañado de la planeación estratégica de las organizaciones.

#### 5.4 Trabajos futuros

- El MDSIC es la base del proyecto de investigación de la tesis doctoral a cargo del maestro Heberto Ferreira Medina (Doctorado de TI – UPAEP), el cual contribuirá directamente al desarrollo de software para dispositivos móviles, impactando

directamente a los clusters de tecnología de información que se encuentran en la zona centro – occidente de nuestro país.

- Generar el segundo artículo relacionado con MDSIC con el objetivo de enviarlo a una revista internacional para su revisión y publicación, el cual tendrá como contenido los resultados emanados de la administración del software MDSIC v1.0.
- Generar una investigación sobre la adopción y evaluación del modelo MDSIC desde la perspectiva estratégica en empresas de desarrollo de software de nuestro país.
- Se agregará un módulo al software MDSIC v1.0 que contemple que el WBS de cada proyecto sea el elemento que controle los proyectos, esto con el objetivo de implementar la evaluación de los riesgos, costos y alcance.
- MDSIC, buscará su registro como metodología de manera oficial, para ser una herramienta que impacte de manera directa a la competitividad de las organizaciones de la zona centro – occidente de México y por ende al crecimiento económico de la región.
- El social business es un elemento fundamental en el MDSIC, por ello se busca mejorar la interacción con los usuarios del modelo a través de las redes sociales para enriquecer la base de conocimiento que almacena el software del modelo, por eso se deberá de generar una estrategia para conocer la información y darle seguimiento a los comentarios que se generen en el MDSIC v1.0.
- Se deben de generar métricas de calidad (indicadores) que ayuden al MDSIC a la generación de elementos diferenciadores (costo de desarrollo mínimo, mayor calidad, etc.) con respecto al uso de otras metodologías y su adopción deberá generar ventaja competitiva para las empresas que lo utilicen de manera consistente en el mediano y largo plazo.

## **Conclusiones**

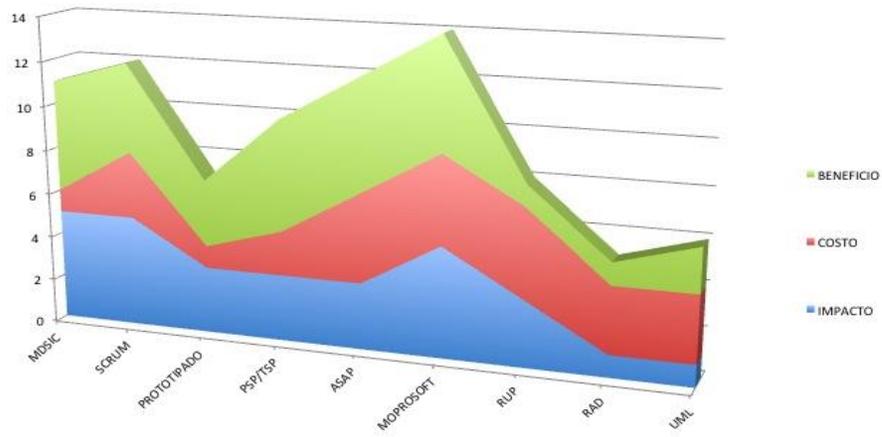
El objetivo principal de este trabajo de investigación fue el diseñar e implementar un modelo que sirviera como base para desarrollar software de calidad y que contribuya a la realización de proyectos de corte tecnológico en empresas de la zona centro – occidente de México. Las conclusiones relacionadas con el objetivo general y los específicos de la investigación son las siguientes:

- El estudio empírico se realizó a través del análisis de la recopilación de la información obtenida a través de las entrevistas con expertos en el manejo de las metodologías más usadas y con mejores resultados generados en proyectos de software en empresas de la zona centro – occidente. Además de que las metodologías y modelos más utilizados en la actualidad son aquellos que hacen referencia al desarrollo ágil del software y en aquellos que ponen énfasis en el trabajo basado en procesos.
- El estudio empírico se realizó a través de la aplicación de una encuesta en línea, para con base en los resultados obtenidos de ella se generó un estudio “Alfa de Cronbach” el cual permitió conocer la confiabilidad del instrumento. Además de conocer que las organizaciones consideran que sus trabajadores deben contar con un amplio manejo en el desarrollo de software, trabajo basado en la administración de proyectos, implementar procesos innovadores en el desarrollo de software y el pertenecer a un clúster es lo que les ha permitido generar software de calidad en sus proyectos.
- A través del análisis de correlación bivariada se obtuvieron las relaciones de las variables más importantes las cuales fueron contempladas y planteadas en el modelo integral colaborativo para desarrollar software, arrojando como resultado general que existe suficiente evidencia estadística para soportar dicho modelo.
- En lo que se refiere a las fases del modelo se concluyó que la etapa del análisis y diseño para el desarrollo de software se puede conjuntar en una sola y realizar el desarrollo de software de una manera más ágil, eso sin disminuir su calidad. Las etapas más importantes para las organizaciones es el análisis, diseño y desarrollo. De igual manera a través del estudio empírico se conoció que la generación de documentación sigue siendo una problemática en los proyectos que generan las organizaciones.
- Con base en el estudio empírico y en el análisis de la información obtenida de las empresas que trabajan con metodologías para desarrollar software y de la comparativa generada de diferentes investigaciones, se generó la estructura principal del modelo propuesto en esta tesis para desarrollar software denominado

“integral colaborativo”. Además de integrar los procesos principales del Project management institute (PMI) contempladas en dicho modelo, con la finalidad de contribuir en la calidad de los proyectos de software

- Dicho modelo ha sido validado por el departamento de tecnologías de la información de la escuela nacional de estudios superiores, unidad Morelia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Por las áreas académicas de TI de la Universidad Tecnológica de Morelia y del Instituto Tecnológico de Morelia.
- Con base en el estudio empírico y en el análisis de la información obtenida de las empresas que trabajan con metodologías para desarrollar software, se recomienda que las empresas utilicen alguna metodología y/o modelo ágil en cualquier proyecto sin importar su tamaño para el desarrollo de un software. Ello les permitirá generar de una manera más sencilla la documentación y el seguimiento de los proyectos con un nivel de calidad.
- El MDSIC fue aplicado en una empresa del sector público y en otra del sector privado, obteniendo así una comparativa de las principales ventajas de su aplicación en el sector productivo privado y público.
- La evaluación de la aplicación del MDSIC se llevó a cabo a través de un cuasi experimento y se observó que las empresas que lo aplicaron llevaron un mayor control en sus procesos y les permitió definir y llevar a cabo de una manera más eficiente su planeación. Además de evaluar la calidad de su producto (SF) y generar así la documentación pertinente de los desarrollos.
- El Modelo para el desarrollo de software integral colaborativo es acompañado a través de un software, el cual puede ser utilizado por todos los proyectos que se basen en el MDSIC. El software es multiusuario se encuentra en la web y está diseñado con tecnología JSF y Web responsiva.
- Con base en los parámetros de “**impacto**”, “**costo**” y “**beneficio**” se realizó la comparativa de la aplicación del MDSIC vs otras metodologías que son de las más usadas en el mercado, como se puede observar en figura 5.8.

Comparativa del MDSIC Vs otras metodologías, con base en el beneficio, costo e impacto.



Fuente: propia

Figura 5.7. Comparativa del MDSIC vs otras metodologías – impacto, costo y beneficio.

## Bibliografía

Amin, A. y Tomaney, J. (1995). *Behind the Myth of European Union. Prospects for Cohesion*. Londres: Routledge.

Ansoff H., Hayes I., Robert L.: *El pensamiento estratégico*. Ed. Trillas. Segunda edición. México, 1990.

- Arano, Silvia y Asstegiante, Silvana. Repensando los procesos técnicos desde la inteligencia organizacional en la universidad. Centro regional de nuevas tecnologías de información. Curso: Inteligencia Organizacional, 26-28 de abril de 1999.
- Argandoña, A. (1988). "*Competitividad y especialización en la economía española*", en la obra del Círculo de Empresarios *La competitividad de la economía española: determinantes micro y macroeconómicos*, pp. 11-22. Madrid.
- Basnuevo, M., María, A., Avila, G., & Escalona, G. (2007). Redalyc. Gestión del conocimiento a través del Portal Holguín: Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales y Tecnológicos.
- Bates, J. (1998). *The state of the art in distributed and dependable computing*. University of Cambridge, Laboratory for communications Engineering. CaberNet.
- Benavides, Carlos (1998). Tecnología, innovación y empresa. Ediciones Pirámide, España.
- Boehm, B. "A spiral model for software development enhancement", en computer, Vol. 21 núm 5, mayo de 1988, pp 61-72
- Boltho, A. (1996). "*The assessment: international competitiveness*", *Oxford Review of Economic Policy*, no 12 (3), pp. 1-16.
- Calleja, A. (1988). "*La competitividad de la economía española y el mercado interior europeo*", en la obra del Círculo de Empresarios *La competitividad de la economía española: determinantes micro y macroeconómicos*, pp. 11- 22. Madrid: Círculo de Empresarios.
- Camagni, R. (2005). *Economía Urbana*. Antoni Bosch editor. España.

- Cañizares, C. J. M., Fabiola, M., & Díaz, W. (2012). utilizando las TIC en empresas de manufactura Gerardo Haces Atondo \*\*\*, Beatriz Amado Sánchez \*\*\*\* y Héctor Montiel Márquez , Wences , Haces , Amado y Montiel, 8(3), 34–44.
- Ciampi, C.A. (1996). *Enhancing European Competition*, Boletín trimestral no 197, pp. 143-164. Roma: Banca Nazionale di Lavoro
- CONACYT (2006). Desempeño de la innovación en México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México [Publicado en Internet]. Disponible: [http://www.conacyt.gob.mx/InformacionCienciayTecnologia/Documents/14931Estudio\\_SOBRE\\_Innovacion\\_Tecnologica.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/InformacionCienciayTecnologia/Documents/14931Estudio_SOBRE_Innovacion_Tecnologica.pdf)
- Cubillo, Julio. *Techno-Economic Intelligence*, Viena, UNIDO 1991
- Cuervo, A. (1993). “*El papel de la empresa en la competitividad*”, *Papeles de Economía española*, no 56, pp. 362-378.
- Charette, R. (2004). “The decision is in: Agile versus Heavy Methodologies”. Cutter Consortium, Executive Update, 2, <http://www.cutter.com/freestuff/apmupdate.html>, 2004.
- Choo, Chun Wei. (2001). *Information Management for the Intelligent Organization: The Art of Scanning the Environment*. 3rd ed. Medford, NJ: Information Today, Inc.
- Chudnovsky, D.; López, A., & Melitsko S. (2001). *El Sector de Software y Servicios Informáticos (SSI) en la Argentina: Situación Actual y Perspectivas de Desarrollo*. Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT)
- Choque Aspiazu, Guillermo (2001). *Ingeniería de requerimientos*. Disponible en: [http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio\\_congreso\\_2011/papers/C2.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio_congreso_2011/papers/C2.pdf)
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches* (3a Ed.). Thousand Oaks, CA, EE. UU.: Sage.

- David F.(2008), *Conceptos de Administración Estratégica*, editorial Pearson Educación, décimo primera Edición, México.
- Deming, W.E. *Out of the crisis*. MIT Center for Advanced Engineering Study. Cambridge, MA, 1982
- Dixon, M. (2000). Project management body of knowledge . Retrieved October 19, 2005 from <http://www.apm.org.uk>
- Dooley, L., Lupton, G., & O'Sullivan, D. (2005). Multiple project management: A modern competitive necessity. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(5), 466.
- Drucker, P. (2001). The next society. *The economist*. Retrieved from <http://enviableworkplace.com/wp-content/uploads/2010/04/The-Next-Society-by-Peter-Drucker.pdf>
- Dunn, R. Y Ullman R.; *Quality assurance for computer software*, Mc Graw Hill, 1982
- El Manual de Oslo y la innovación social. *Arbor* (2006), Echevarría, J 184(732): 609-618 doi: 10.3989/arbor.2008.i732.210
- Ejiogu, L.; *Software engineering with formal metrics*, QED publishing 1991.
- Estivill-Castro, Vladimir. Minería de Datos. LANIA. Año 6, Vols. 21 y 22, Otoño - Invierno 1997.
- Freedman, D. P. Y G.M. Weinberg. *Handbook of walktroughts, Inspections and technical reviews*, 3a. Edición; Dorset house, 1990.
- Flor-Peris, María Luisa (2001). La influencia de la innovación tecnológica sobre el comportamiento internacional de la empresa. Instituto de Estudios Económicos.

Madrid, España.

Foro Económico Mundial (2008). *The Global Competitiveness Report 2008- 09*. Ginebra: Palgrave MacMillan.

Formichela, Marta. (2005). Evolución del concepto de innovación y su relación con el desarrollo. Estación Experimental Agropecuaria Integrada Barrow (Convenio MAA y PINTA). 21-6-2006.

Gacitúa Bustos, Ricardo A, "Métodos de desarrollo de software: El desafío pendiente de la estandarización," 2003.

Gardiner, B., Martín, R. y Tyler, P. (2004). "*Competitiveness, productivity and economic growth across the european regions*", *Regional studies*, no 38 (9), pp. 1045-1067.

Gido J., Clements James P. (2003). *Successful project management* 2nd ed. Mason, Ohio : Thomson/South-Western, 2003. *MBS 658.404 GIDO [2003]*

Glass R. (1998), *Defining quality intuitively*, IEEE software, pp 103-107

Goncalves, Matias (2005), "Desarrollo de un Nuevo Modelo de Estimación Basado en Metodología Ágil de Desarrollo y Generadores de Aplicaciones".

González Bañales, Dora Luz (2006). "Industria Mexicana del Software. Un estudio en cifras." *Software Guru*, Mayo-Junio pp: 16-18.

González Bañales, Dora Luz (2007). "Un vistazo a la industria mundial del software: Hacia la conformación de un Ecosistema Empresarial." *Software Guru*, 03, 02 pp: 16-19.

Group, S. (2008). *Encuesta CHAOS del grupo Standishgroup*. Obtenido de Standish Group: <http://www.standishgroup.com/chaos>

Heerkens G. *The business-savvy project manager : indispensable knowledge and skills for success*. New York : McGraw-Hill, c2006. *MBS 658.404 HEER [2006]*

- Hegering, H. (2001). «Mobility kommunikations». Universidad de Munich. 2001.  
Disponible: [www.nm.informatik.unimuenchen.de/Vorlesungen/ws0102/mk/skript/1.pdf](http://www.nm.informatik.unimuenchen.de/Vorlesungen/ws0102/mk/skript/1.pdf)
- Henderson, J. C., & Venkatraman, N. (1993). Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations. (H. L. Dreyfus & P. Rabinow, Eds.) *IBM Systems Journal*, 32(1), 472–484. doi:10.1147/sj.382.0472
- Hernández, J.M, Fontrodona, J. y Pezzi, A. (2005). *Mapa de los sistemas productivos locales industriales en Cataluña*. Barcelona: Generalitat de Cataluña, departamento de trabajo e industria.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos & Baptista Lucio, Pilar (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Highsmith, J., *Adaptative software development: An evolutionary approach to managing complex systems*, Dorset house publishing, 1998.
- Highsmith, J., (ed.), The great methodologies debate part:1. Cutter IT journal, vol. 15. Núm. 1, enero de 2002.
- Highsmith, J., (ed.), The great methodologies debate part:2. Cutter IT journal, vol. 14. Núm. 12, diciembre de 2001.
- Hitt Michael A. Ireland, R. Duane. Hoskisson, Robert E. Administración estratégica. Competitividad y globalización. Conceptos y casos. Thomson. séptima Edición. 2008
- Hoch, Detlev J.; Roeding, Cyriac R. et al. (1999). *Secrets of Software Success. Management Insights from 100 Software Firms around the World*. Harvard Business School Press, U.S.A.
- International Institute for Management Development (2007). *World Competitiveness Yearbook*. Lausanne: International Institute for Management Development.

- Institute, P. M. (2008). A guide to the project management body of knowledge (pmbok®R guide) (Fourth Edition ed.). Newtown, Square Pennsylvania: Autor.
- INE (2002). Indicadores de Alta Tecnología. Instituto Nacional de Estadística  
Disponible:[http://www.ine.es/prodyser/catalogo/resena\\_altatecnologia2002.htm](http://www.ine.es/prodyser/catalogo/resena_altatecnologia2002.htm),  
Accesado el: 15-2- 2006.
- INE. (2004). Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2004. Instituto Nacional de Estadística, España.
- Juran, J. And Gryna F. *Juran's Quality control Handbook*, fourth edition. New York: Mc Graw-Hill Book Company, 1988.
- Juran, J. M. "Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services". En: New York Free Press ;Toronto: Maxwell Macmillan Canada; New York: Maxwell Macmillan International, 1992.
- Kotrlik, Joe W . & Williams, Heather A. (2003). "The incorporation of effect size in information technology, learning and performance research." *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 21, 1 pp: 1-7.
- Krugman, P. (1992). *Geografía y Comercio*. Antoni Bosch editor. Barcelona.
- Kruth, H. (2000), *Keys to successful commercialization*, Stanford Research International, U.S.A.
- Kulmala, H. I. & Uusi-Rauva, E. (2005). "Network as a business environment: experiences from software industry." *Supply Chain Management-An International Journal*, 10, 3-4 pp: 169-178.
- Kulmala, H. I.; Vahteristo, A., & Uusi-Rauva, E. (2005b). "Interorganizational operations in value chains - Experiences from networked software firms." *Production Planning & Control*, 16, 4 pp: 378-387.
- Leech, Nancy; Barret, Karen et al. (2005). SPSS for intermediate statistics. Use and

interpretation. (2nd Ed.) New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

LEAN. Thinking beyond lean : how multi-project management is transforming product development at Toyota and other companies / Michael A. Cusumano, Kentaro Nobeoka. New York ; London : Free Press, c1998. *MBS 629.20685 CUSU*

Luftman, J., Brier, T. (1997), *Achieving and Sustaining Business-IT Alignment*, Stevens institute of Technology.

Luz, D., Bañales, G., & Adam, M. R. (2007). *Economía Financiera y Contabilidad Programa Doctoral: Integración de las Tecnologías de la Información en las Organizaciones*.

Lledo, P., Rivarola, G., Mercau, R., H. Cucci, D., & Esquembre, J. (2007). *Administracion LEAN de proyectos; Eficiencia en la gestión de multiples proyectos*. Pearson.

Llorens, F. A. (2008). *Desarrollo económico territorial: Una política Innovadora, Knowledge transfer and territorial economical development: a pending politics*, 687-700.

Lethbridge, T., *Comunicación privada sobre métricas de software*; junio 2003

Lombana, Jahir (2006). *Competitiveness and trade policy problems in agricultural exports: A perspective of producing/exporting countries in the case of Banana Trade to The European Union*. Saarbrucken, Alemania: Müller Verlag.

Lugones, Gustavo; Peirano, Fernando et al. (2004). *Indicadores de innovación tecnológica*. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES), Argentina.

McCall, J., Richards, P. Y Walters G.; *Factors in software quality*; tres volúmenes, NTIS AD-A049-014, 015, 055, noviembre de 1977.

- Madoery, Oscar: “*El valor de la Política de desarrollo local*”, en “*Transformaciones globales, Instituciones y políticas de desarrollo local*”, Homo Sapiens Ediciones, 2001.
- Malerba, Franco (2004). Sectoral systems of innovation: basic concepts. En F.Malerba (Ed.), *Sectoral Systems of Innovation* (pp: 9-35). Cambridge University Press.
- Marin, María José, et al. *Data mining en relación a la documentación periodística*, 2003.
- Matthews, J. (2008). Power shift. En Boli, J.y Lechner, F. (Eds.). *The Globalization Reader* (pp. 287-293). EE.UU.: Blackwell Publishing.
- Messerchmitt, D. G. & Szyperski, C.(2003). *Software Ecosystem*. The Massachusetts Institute of Technology Press, U.S.A.
- Metcalfe, S. (2003). Equilibrium and evolutionary foundations of competition and technology policy: new perspectives on the division of labour and the innovation process. En P.Pelikan & G. Wegner (Eds.), *The evolutionary analysis of economic policy*.
- Miles, R. E., Snow, C. C., Meyer, a D., & Coleman, H. J. (1978). Organizational strategy, structure, and process. *Academy of management review*. *Academy of Management*, 3(3), 546–62. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10238389>
- Miquel, S.; Bigné, Enrique et al. (1997). *Investigación de Mercados*. McGraw-Hill, España.
- Mintzberg, H.; Waters. J. A. *Of Strategies, Deliberate and Emergent*. *Strategic Management Journal*, v. 6, n. 3, p. 257-272, Jul/Set. 1985.
- Mintzberg, Quin, Voyer, (1997) Henry Mintzberg, James Briann Quin, John Voyer (1997) *El Proceso Estratégico*. México D.F: México: Prentice Hall. pp 15-22.
- Myrdal, Gunnar. *Asian drama: An inquiry into the poverty of nations*. Harmondsworth: Penguin. 1968. Y *The challenge of world poverty*. London: Allen & Unwin 1957.

- Mochón, F. y Pajuelo, A. (1988). *La competitividad de la economía española: determinantes macro y microeconómicos*, en la obra del círculo de empresarios, *la competitividad de la economía española: determinantes micro y macroeconómicos*, pp. 229-244. Madrid: Círculo de Empresarios.
- Mohr, Jakki; Sanjit, Sengupta et al. (2005). *Marketing of high-technology products and innovations*. Prentice Hall.
- Molina, P. M. (n.d.). *Actividades Manual para la gestión de proyectos*. Servicios de organizaciones y racionalización administrativa. Universidad de Almería.
- Montoro, Julián. (2004). *Apuntes sobre Metodología Social*. Universidad Politécnica de Valencia, España. Departamento de Organización de Empresas.
- Morgan, Robert M. & Hunt, Shelby D. (1994). "The commitment? Trust Theory of Relationships Marketing." *Journal of Marketing*, July, 58 pp: 20-38.
- Nadal, A. (2005). "*La competitividad de la economía española*", *Información Comercial Española*, no 826, pp. 437-452.
- Neri, J. P. (2009). *Desarrollo económico y nanotecnología. análisis y perspectivas para la economía mexicana*, 1-23.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd edition. France, OECD - European Communities. The measurement of scientific and technological activities.
- Organization for Economic Co-operation and Development. <http://www.oecd.org>
- O'Mahony, M. y van Ark, B. (2003). *EU productivity and competitiveness. An industry perspective. Can Europe resume the catching-up process?* Bruselas: Comisión Europea, Enterprise Publications.

- Orozco, Eduardo: "Marco conceptual y definiciones". La Inteligencia Empresarial. Qué y cómo. Capítulo VII. Epg 7.3.1. Antecedentes en Cuba. p, 286, 2008.
- Oviedo, H. C., Campo, A., Aproximaci, A., Uso, A. L., Coeficiente, D. E. L., & Cronbach, A. D. E. (2005). Metodología, XXXIV, 572–580.
- Paredes, L. M., Armando, D., & Mosquera, G. (2011). Gestión de configuración, validación de un modelo liviano para pequeñas empresas de desarrollo de software 7(1), 190–201.
- Peña, Gustavo (1992). La inteligencia tecnoeconómica: una ventana hacia el futuro. Espacios. Vol.13 (2) 1992. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a92v13n02/20921302.html>
- Pérez Narbona, Jorge E. y Galis-Menendez, Antonio; Enfoque sociotécnico en la reestructuración de los sistemas de trabajo y la atención al hombre. CETED. Serie de consultoría No. 013, Universidad de La Habana. Diciembre de 1990.
- Piater, A. Les innovations transectorielles et la transformation des entreprises/ André Piater. Barcelona: ESADE 1987.
- PMBOK a guide to the project management body of knowledge. / 4th ed. Newtown Square, PA : Project Management Institute, Inc., 2008.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantages of Nations*. Londres: MacMillan.
- Porter, M. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*, Buenos Aires: Ed.Vergara.
- Porter, M. (1997) *Competitive Advantage*, Free Press, New York, 1997. Ed. Continental
- Porter, M. (1998). *On Competition*. Cambridge: Harvard Business Review Books.
- Porter, M. and Kramer, M. R. (2006) "Strategy and Society: The Link Between Competitive Advantage and Corporate Social Responsibility", *Harvard Business*

*Review*, December 2006, pp. 78-92.

Porter, M. E., y Kramer, M. R. (2011). Shared value: How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, Jan-Feb(January-February), 62–77. Descargado de [http://www.bmw-stiftung.de/de/asset/index/mid/16/lang/x/file/o\\_document\\_de\\_387.pdf](http://www.bmw-stiftung.de/de/asset/index/mid/16/lang/x/file/o_document_de_387.pdf)

Porter, M., Anderson, C., & Torres-zorrilla, J. (2011). *Competitividad Desarrollo*

Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. (D. Hahn & B. Taylor, Eds.)*Harvard Business Review*, 68(3), 79–91. doi:10.1007/3-540-30763-X\_14

Pittaway, Luke; Roberson, Maxine; Munir, Kamal, et al. (2004a). Networking and innovation in the UK: a systematic view of the literature. *Advanced Institute of Management Research*.

Pittaway, Luke; Robertson, Maxine et al. (2004b). "Networking and innovation: a systematic review of the evidence." *International Journal of Management Reviews*, 5/6, 3&4 pp: 137-168.

Prada, C. (2004). El futuro del control de procesos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 1(1), 5-14.

Pressman, R. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. España, McGraw.Hill, 2005. 585 p.

Pressman, R. *Ingeniería de software. Un enfoque práctico*. España, McGraw.Hill, 2006. 61 p.

Quintero, J. B., & Anaya, R. (2007). MDA y el papel de los modelos en el proceso de desarrollo de software. *Redalyc*, (8), 131–146. Escuela de ingeniería de Antioquia.

- Rahman, H., y Ramos, I. (2010). *Open Innovation in SMEs: From Closed Boundaries to Networked Paradigm. Issues in Informing Science and Information Technology*, 471-487.
- Rapoza, J. (2005). Good ol' project days. *EWeek*, 22(36), 48-48.
- Rakitin, S. (2001). Steven Rakitin. "Manifiesto elicits cynicism". *Computer*, pp. 4-7, Diciembre de 2001.
- Roche, J. M. (1994); *Software Metrics and measurement principles, in software engineering*. Notes. ACM, vol. 19 núm. 4, abril de 1994, p.p. 76-85
- Rodríguez Carrasco, J.M. (2001). "*La competitividad de la economía española en clave empresarial*", en la obra de Mera, M<sup>a</sup>.T. y Gómez, F. (Coords), *De economía y pensamiento económico: homenaje al Prof. Dr. Juan Velarde Fuertes*, pp. 17-52. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Rojo, Raquel & Gómez, Isabel (2003). Análisis de la producción científica y tecnológica del sector empresarial en el sector de las TIC a nivel regional. Centro de Información y Documentación Científica.
- Romeo, Alfredo. (2003). Software libre e innovación ¿de dónde proviene la innovación? Baquia Knowledge Center.
- Royce, W.W. (1970). *Managing the development of large software systems: concepts and techniques*. Proc. IEEE WESTCON. Los Ángeles CA: IEEE Computer Society Press. (Ch. 4)
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2000). *Modelado y diseño orientados a objetos Metodología OMT* (2<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Pearson.
- Sala, M. y Torres, T. (2006). "*La competitividad exterior de las pymes y las grandes empresas industriales españolas*". *Ekonomiaz*, no 62, pp. 358-377.

- Sallenave J. P., Gerencia y planeación estratégica, Ed. Norma. 1987, Colombia.
- Sallenave J. P., La Gerencia integral, Bogotá: Grupo editorial Norma, 1994. Editorial Norma, 1994.
- Sandhill (2006a). Industry Report. Proceeding: Software 2006. En: SandHill.com (Ed.), Conference: Software 2006, Unifying the Ecosystem, Santa Clara, CA.
- Sandhill (2006b). CIO Insight Survey. Proceedings 2006. En: SandHill.com (Ed.), Conference: Software 2006, Unifying the Ecosystem, Santa Clara, CA.
- Santos, Ma. Leticia & Vázquez, Rodolfo (2000). "Orientación al mercado y resultado de la innovación en las empresas de alta tecnología." Revista de dirección, organización y administración de empresas, 23 pp: 5- 19.
- Sarabia Sánchez, Francisco José (1999). Metodología para la Investigación en Marketing y Dirección de Empresas. Piramide, España.
- Saunders, Mark; Lewis, Philip et al. (2003). Research Methods for Business Students. (3rd. Ed.) Pearson Education Limited, England.
- Scarone, Carlos A. (2005). La innovación en la empresa: la orientación al mercado como factor de éxito en el proceso de innovación en producto. Internet Interdisciplinary Institute (IN3), Universitat Oberta de Catalunya, España.
- Scheel, Carlos. (2004). Caso: Descripción de la Industria del Software. Inteligencia Competitiva. EGADE, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey, México.
- Schumpeter, Joseph A. 1939. *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. 2 vols. New York: McGraw-Hill.
- Schwaber, K. & Shuterland, J., 2011. The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum, The rules of the game, s.l.: Scrum.org

- Scott, B.R. (1985). “*US competitiveness: concepts, performance and implications*”, en la obra de B.R. Scott y G. Lodge (Eds.), *US competitiveness in the world economy*, pp. 14-32. Boston: Harvard BusinessSchool Press.
- Shuterland, J., Jakobsen, C. & Johnson, K., 2008. *Scrum and CMMI level 5 The magic potion for code warriors*. s.l., IEEE.
- Shuterland, J., 2012. *Scrum Handbook*, Boston, USA: Scrum Training Institute Press (www.scrumtraininginstitute.com).
- Silva, Darío Andrés y Mercerat, Bárbara, “Construyendo aplicaciones web con una metodología de diseño orientada a objetos,” 2001; [www.lifia.info.unlp.edu.ar/papers/2001/Silva2001.pdf](http://www.lifia.info.unlp.edu.ar/papers/2001/Silva2001.pdf)
- Simmie, J. (2006). “*Do Clusters or Innovation Systems Drive Competitiveness?*”, en la obra de B. Asheim, P. Cooke y R. Martin (Eds) *Clusters and Regional Development*, pp. 164-187. Londres: Routledge.
- Someerville, I. (2005). *Ingeniería del software* (septima ed.). (A. B. María Isabel Alfonso Galipienso, Trad.) Madrid, Madrid, España: Pearson.
- Sosa, Marisel y Cobo, Pedro Humberto (2004). *Herramientas para la inteligencia* Londres: Routledge empresarial. DISAIC.
- Steiner, George A. (1983) *Planeación estratégica. Lo que todo director debe saber. Una guía paso a paso*. Editorial CECSA, México pp 19-39
- Steiner G. *Strategic Planning: What Every Manager Must Know*, The Free Press, New York. 1979.
- Steinmueller, Edward W. (2004). The European software sectoral system of innovation. En F.Malerba (Ed.), *Sectoral Systems of Innovation* (pp: 193-242). Cambridge

University Press.

Storey, D. J. Y B. S. Tether (1998): *New technology-based firms in the European union: an introduction*, Research Policy, 26.

Storper, M. (1997). *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*. Nueva York: Guilford Press.

Sylvain Lenfle, C. L. (2011). How project management came to emphasize control over flexibility and novelty. *California Management Review*, 53.

The business-savvy project manager : *indispensable knowledge and skills for success* / Gary Heerkens. New York : McGraw-Hill, c2006.

Tyson, L. (1992). *Who's bashing whom? Trade conflicts in high-technology industries*. Washington: Peterson Institute for International Economics.

Thurow, Lester: *“La Guerra del Siglo XXI”*, Javier Vergara Editor, 1992.

Thurow, Lester: *“Construir riqueza”*, Javier Vergara Editor, 2000.

Toffler, Alvin: *“El cambio del poder”*, Edit Plaza & Janes, 1999.

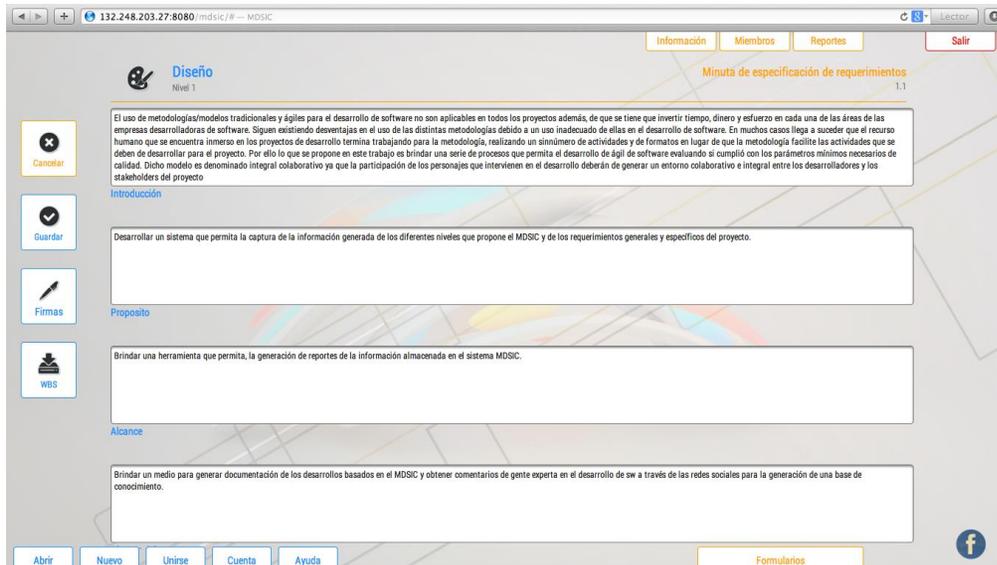
Trichet, J.C. (2008). *How to increase the competitiveness of the European economy*. Aachen: Conferencia del Karlspreis Europa Forum, 30 Abril.







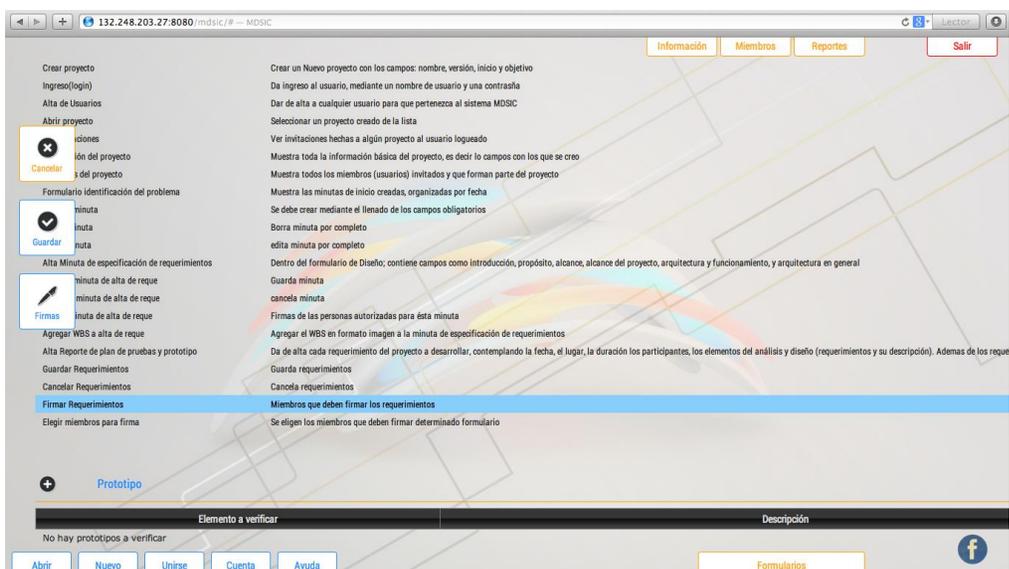




Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.11 Minutas del nivel 1, diseño - WBS.

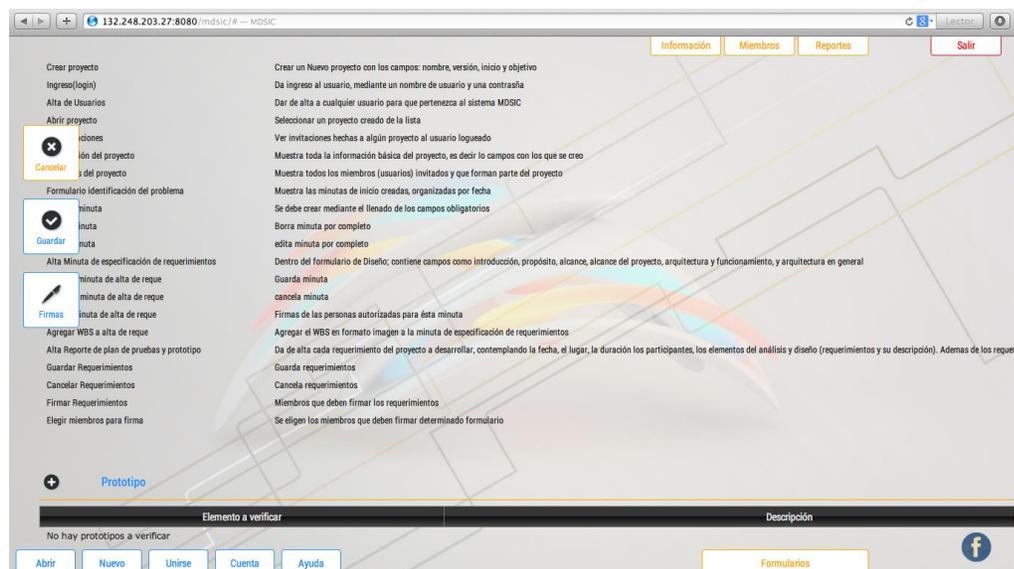
En la opción del plan de pruebas y prototipo el administrador del proyecto podrá capturar los campos de fecha, lugar y duración que se llevará con cada uno de los elementos del análisis del diseño así como los participantes que intervienen para la realización de dicho nivel. En esta minuta se agregarán todos los elementos del análisis y diseño que se tienen identificados y son necesarios para la realización del diseño del software a desarrollar, como se muestra en la figura 4.12



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.12 Minuta del nivel 1 (diseño – plan de pruebas).

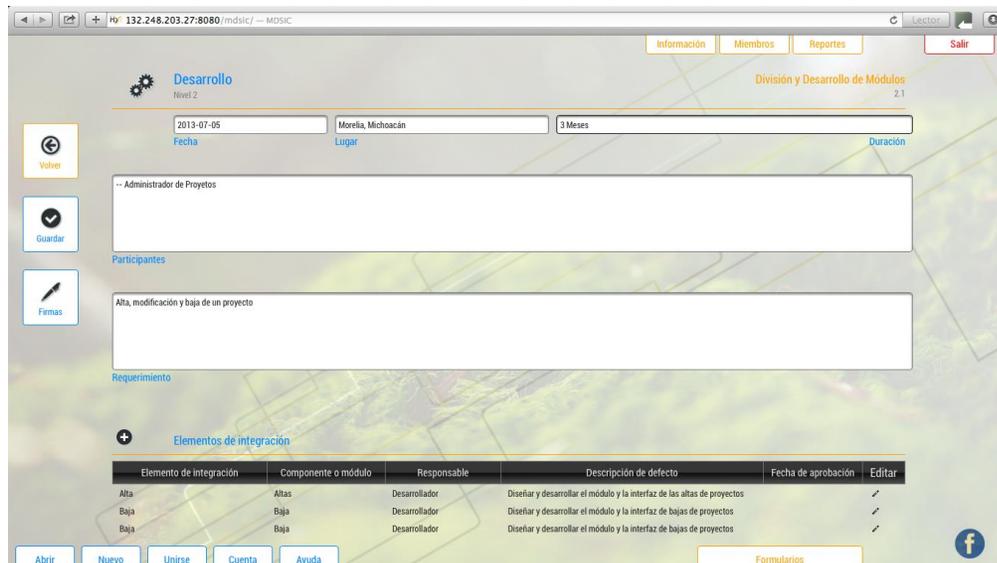
La segunda parte de esta minuta contempla los elementos que van a ser verificados y aprobados para el prototipo con la finalidad de que dicho prototipo esté apegado a las necesidades y problemática que especifico el cliente. Es de vital importancia que el cliente obtenga una prueba del funcionamiento del software además, de no avanzar más en el trabajo de desarrollo sin que sea conocido por el cliente, como se muestra en la figura 4.13



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.13 Minuta del nivel 1 (diseño – prototipo).

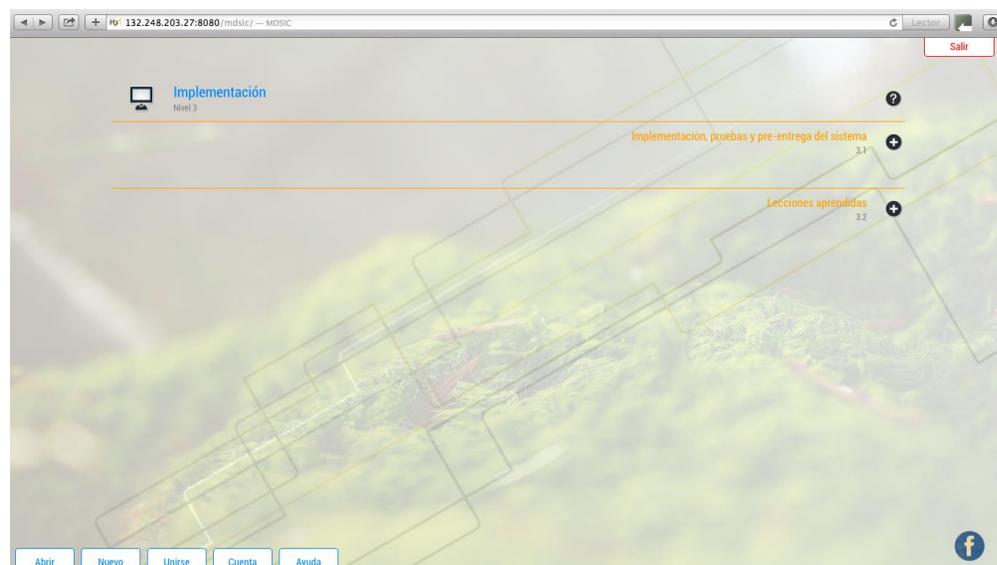
**3.- El nivel dos denominado “Desarrollo”,** presenta la información generada de los elementos que conforman los módulos en que se dividió el desarrollo del sistema y con el cual se contempla llevar un mejor orden para la construcción del software, como se muestra en la figura 4.14



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.14 Minuta del nivel 2, desarrollo.

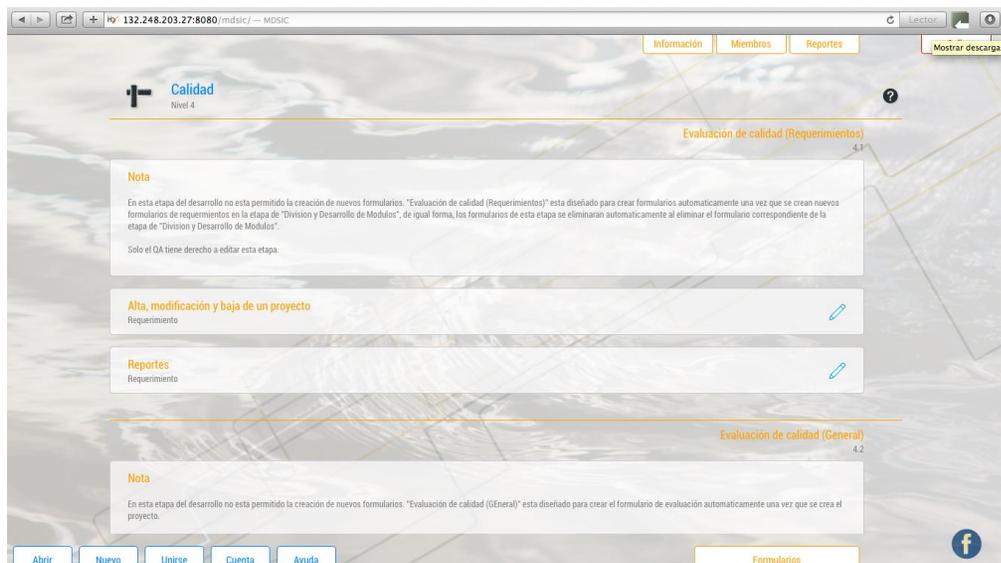
**4.- El nivel tres llamado “Implementación”,** presenta la información generada de la implementación, las pruebas y el proceso de pre-entrega del sistema, además de proponer una opción para la captura de las lecciones aprendidas durante el desarrollo de los especialistas que han intervenido de manera colaborativa, es decir las experiencias obtenidas hasta esta etapa del modelo MDSIC, como se muestra en la figura 4.15



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.15 Minuta del nivel 3 (implementación).

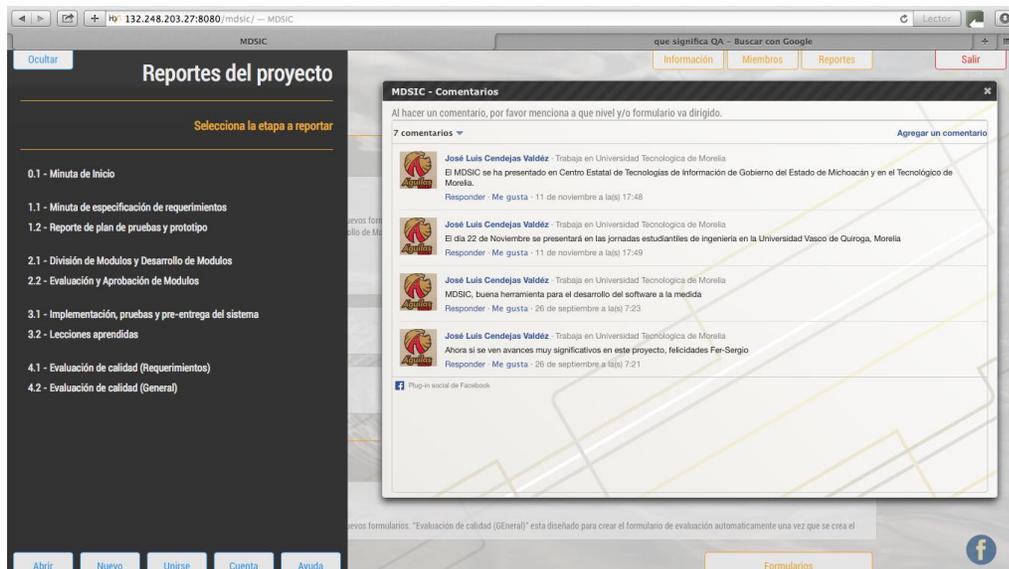
5.- El nivel cuatro llamado “Calidad”, presenta la evaluación generada por el “Quality Assurance o asegurador de la calidad”, el cual acompaña todo el proceso de desarrollo del software y mide su calidad a través de los indicadores propuestos en el modelo MDSIC, como se muestra en la figura 4.16



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.16 Minuta del nivel 4, calidad.

El sistema que acompaña al MDSIC, genera reportes de todas las minutas elaboradas en los distintos niveles durante el desarrollo del proyecto además de aportar comentarios a través de las redes sociales, como facebook en la cual el usuario que va a presentar su aportación se autentifica con su cuenta de dicha red social, como se muestra en la figura 4.17, los reportes generados se guardan en un archivo con extensión “.xls” de excel.



Fuente: <http://132.248.203.27:8080/mdsic/>

Figura 4.17 Pantalla de reportes y aportaciones a través de facebook.

