



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**UNA PROPUESTA CONCEPTUAL DE LOS  
DETERMINANTES ESTRATÉGICOS DE INNOVACIÓN DE  
LAS EMPRESAS COLOMBIANAS DE SOFTWARE CON  
BASE EN UN MODELO DE AGENTES**

Por

**Wiser Lewis Gil Mena**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Escuela de la organización  
Medellín, Colombia  
2012



# **UNA PROPUESTA CONCEPTUAL DE LOS DETERMINANTES ESTRATÉGICOS DE INNOVACIÓN DE LAS EMPRESAS COLOMBIANAS DE SOFTWARE CON BASE EN UN MODELO DE AGENTES**

Por

**Wiser Lowis Gil Mena**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Ingeniería Administrativa**

Director (a):

Ph.D. **José Javier Aguilar Zambrano**

Línea de Investigación:

Gestión de la Innovación

Grupo de Investigación:

Innovación y Gestión Tecnológica

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Minas, Escuela Ingeniería de la Organización  
Medellín, Colombia  
2012



*(Dedico con mucho cariño este trabajo a mi madre **Carolina Mena Orejuela**, quien siempre ha esta presente en todos los logros de mi vida).*

## Agradecimientos

A mi director **José Javier Aguilar Zambrano**, por su acompañamiento, sugerencias, correcciones y valiosos aportes en la elaboración de este trabajo.

Al profesor **Jorge Robledo Velásquez**, a quien admiro y aprecio, por sus comentarios oportunos y enseñanzas.

A todos los profesores y compañeros de la maestría por su apoyo y críticas constructivas.

A **Yorleydy Ramírez Córdoba**, un especial agradecimiento por su gran apoyo, compañía, paciencia y por todos los ánimos que recibí de ella cuando intenté desfallecer.

Al proyecto **InnSoftware II** y a todos sus integrantes, por darme la oportunidad de crecer con ellos y adquirir nuevos conocimientos.

En general a todas aquellas personas que de una u otra manera fueron una ayuda en la realización de este trabajo.

A todos mil gracias....

**Wiser Lowis Gil Mena**  
wgilm@unal.edu.co

## Resumen

El entorno en el que se encuentran las empresas de software en Colombia ha generado un interés por desarrollar e implementar estrategias con el objeto de ganar una posición en mercados competitivos. Un aspecto muy importante en esta dinámica que han emprendido las empresas está asociada de forma directa al proceso de innovación y la tecnología, lo cual es el punto de partida para generar y ofrecer productos y servicios novedosos con calidad que combinen los parámetros de eficacia y eficiencia que exige sociedad y los mercados actuales.

Este trabajo busca desarrollar una propuesta conceptual de los determinantes estratégicos de innovación para analizar la dinámica competitiva de las empresas que integran la industria de software en Colombia. Para este propósito se utiliza la metodología de modelos basados en agentes, para lo cual se identifican las entidades individuales o agentes que participan en esta dinámica, el entorno donde se desenvuelven dichos agentes, sus relaciones e interacciones entre los mismos, las acciones emitidas por dichos agentes y las reglas de acción del sistema. Para este propósito se revisó literatura de estrategias tecnológicas y de innovación y las metodologías para fundamentar el proceso de modelación basado en agentes.

El documento revela aspectos fundamentales relacionados con las estrategias de innovación que deben considerarse para la realización de un modelo basado en agentes en aras de analizar los determinantes competitivos estratégicos que deben ser tenidos en cuenta por las empresas pertenecientes a la industria colombiana de software.

**Palabras claves:** *Innovación, Estrategias de innovación, Modelación basada en agentes, Industria de software.*

## Abstract

Software companies i has generated development in Colombia implementing strategies in order to position in competitive markets. An important aspect of this dynamic has been undertaken due the process of innovation and use of technology, which is the starting point to build and delivering innovative products and services which incorporate quality parameters of effectiveness and efficiency towards demands of society, and existing and emergents markets.

This work seeks to develop conceptual strategic determinants of innovation to analyze the competitive dynamics of the companies of the software industry in Colombia. For this purpose, is used the methodology of agent-based models to identify which individual entities or agents are involved in this dynamic environment, their relationships and interactions between them, and the shares issued by such agents and action rules system. For this purpose literature was reviewed and innovative technology strategies and methodologies to support the process of agent-based modeling.

The document revealed key aspects related to innovation strategies to be considered to perform agent-based model in order to analyze the competitive strategic determinants that should be taken into account by the companies belonging to the Colombian software industry.

**Keywords:** Innovation, Innovation Strategies, agent-based modeling, software industry.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XI</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Problema de Investigación</b> .....	<b>3</b>
1.1 Definición.....	3
1.2 Pregunta de Investigación .....	6
1.3 Alcance.....	7
1.4 Objetivo .....	7
1.4.1 Objetivo General .....	7
1.4.2 Objetivo Específico .....	7
1.5 Metodología de Trabajo .....	8
1.5.1 Exploración y Análisis .....	8
1.5.2 Síntesis y Desarrollo .....	9
<b>Estado del Arte y Marco Conceptual</b> .....	<b>11</b>
2.1 Estado del Arte .....	11
2.2 Marco Teórico.....	13
2.2.1 Generalidades Sobre Innovación .....	13
2.2.2 Tipos de Innovación .....	15
2.2.3 El proceso de Innovación en la Organización.....	16
2.2.4 Capacidades y Resultados Emergentes de Innovación.....	19
2.2.5 Simulación .....	20
<b>Generalidades de la Industria del Software</b> .....	<b>23</b>
3.1 Caracterización.....	23
3.2 Panorámica de la Industria del Software en Colombia.....	24
3.3 Problemáticas que Rodean la Industria del Software en Colombia.....	30
3.4 Productos de la Industria de Software en Colombia.....	30
3.5 Recurso humano un Factor clave en la Industria del Software en Colombia..	33
<b>Sistemas Adaptativos Complejos (SAC)</b> .....	<b>35</b>
4.1 Generalidades de los Sistemas Adaptativos Complejos .....	35
4.2 Propiedades delos Sistemas Adaptativos Complejos .....	36
4.3 Modelación Basada en Agentes .....	36
4.3.1 Características de los Modelos Basados en Agentes.....	37

---

4.4	Metodología de la Modelación Basada en Agentes .....	39
4.5	Ventajas de la Modelación Basada en Agentes.....	40
<b>Estrategias de Innovación.....</b>		<b>41</b>
5.1	Introducción.....	41
5.2	Concepto de Estrategia de Innovación .....	42
5.3	Dimensiones y Tipos de Estrategias.....	43
5.4	Selección de la Estrategia de Innovación .....	47
5.5	Beneficios de la Estrategia de Innovación .....	47
<b>Propuesta Conceptual .....</b>		<b>48</b>
6.1	Agentes.....	48
6.2	Entorno .....	51
6.3	Interacciones.....	52
6.3.1	Interacciones entre Agentes .....	53
6.3.2	Interacciones entre Agente y el Entorno .....	53
6.4	Acciones.....	56
6.5	Reglas de Acción .....	58
<b>7. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>		<b>63</b>
7.1	Conclusiones.....	63
7.2	Recomendaciones.....	64
<b>A. Anexo: Oportunidades y Limitaciones Industria de Software en Colombia. ....</b>		<b>67</b>
<b>B. Anexo: Modelos de Innovación.....</b>		<b>71</b>
<b>C. Anexo: Mapa de la Industria de Software y servicios Asociados en Colombia .77</b>		
<b>D. Anexo: Principales Áreas con Aportación Directa en los Sistemas Multiagentes y la Investigación en Agentes. ....</b>		<b>79</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>82</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1-1:</b> Problemáticas de las empresas colombianas de software.....	4
<b>Figura 1-2:</b> Limitaciones que impactan el desarrollo de la industria del software en Colombia.....	5
<b>Figura 2-1:</b> Diamante de la Competitividad.....	18
<b>Figura 2-2:</b> Ciclo de Aprendizaje a través de Mundos Virtuales.....	21
<b>Figura 3-1:</b> Comportamiento de ventas de software en Colombia (2005-2008). ....	25
<b>Figura 3-2:</b> Exportaciones de las empresas en Colombia (2000-2009).....	25
<b>Figura 3-3:</b> Mapa de la Industria en Colombia.....	27
<b>Figura 3-4:</b> Esquema del ambiente organizacional de la industria del SSA en Colombia. ....	29
<b>Figura 3-5:</b> Actividades de la Industria del SSA.....	31
<b>Figura 3-6:</b> Actividades empresas de software en Colombia.....	32
<b>Figura 3-7:</b> Tipo de aplicaciones desarrolladas por las empresas de software en Colombia.....	32
<b>Figura 3-8:</b> Demanda y oferta de recursos humanos en Colombia (2005-2030).....	34
<b>Figura 3-9:</b> Ingenieros y tecnólogos en Colombia (2001-2006).....	34
<b>Figura 4-1:</b> Metodología del desarrollo de un modelo basado en agentes.....	40
<b>Figura 6-1:</b> Interacciones del MBA de los determinantes estratégicos de innovación de la industria de software en Colombia.....	55
<b>Figura A-1:</b> Modelo de Empuje de la Tecnología.....	71
<b>Figura A-2:</b> Modelo de Tirón de la Demanda.....	71
<b>Figura A-3:</b> Modelo lineal para etapas de la innovación tecnológica.....	72
<b>Figura A-4:</b> Modelo de innovación por etapas departamentales.....	73
<b>Figura A-5:</b> El proceso de innovación tecnológica según Marquis.....	73
<b>Figura A-6:</b> Modelo de Kline de Enlaces en Cadena o Modelo Cadena-Eslabón.....	74
<b>Figura A-7:</b> Fases de desarrollo del productos secuenciales (A) vs. Solapas (B y C)....	75
<b>Figura A-8:</b> Ejemplo de Modelo en Red.....	75
<b>Figura A-9:</b> Mapa De La Industria del Software y Servicios Asociados en Colombia.....	78
<b>Figura A-10:</b> Principales áreas con aportación directa en los sistemas multiagente.....	80
<b>Figura A-11:</b> Clasificación de la investigación en MAS.....	81

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 2-1:</b> Tipos de Innovaciones. ....	15
<b>Tabla 4-1:</b> Elementos Básicos de un MBA. ....	38
<b>Tabla 5-1:</b> Dimensiones Estrategias de Innovación. ....	44
<b>Tabla 5-2:</b> Tipos de Estrategias de Innovación. ....	46
<b>Tabla 6-1:</b> Atributos de los agentes del modelo. ....	50
<b>Tabla 6-2:</b> Descripción de aspectos de los atributos servicios y productos. ....	50
<b>Tabla A-1:</b> Oportunidades y Limitaciones de la Industria de Software en Colombia. ....	69

# Introducción

Las estrategias de innovación, las decisiones asociadas a sus cambios, los niveles de desempeño, y los flujos de conocimiento entre firmas en su dinámica de competencia, son factores relevantes en el desarrollo de conglomerados industriales innovadores.

Desde esta perspectiva, la evolución del comportamiento estratégico de las firmas puede entenderse desde diferentes perspectivas. Desde la perspectiva del recurso-base (Wernelfelt, 1984; Barney, J., Teece, Pisano, & Shuen, 1997), la estrategia se define en tanto se comprenda la dinámica de la organización a través de la creación, mantenimiento y reconfiguración permanente de sus recursos y capacidades en ambientes cambiantes del entorno. En esta orientación, la estrategia de innovación depende de la dotación de recursos de las firmas y la dinámica para reconfigurarlos (Teece, Pisano, & Shuen, 1997).

Por otra parte, algunos autores (Breschi & Malerba 1997; Antonelli 1999; Langlois 2003) muestran que la innovación está asociada a la manera como se produce y organiza el conocimiento, y que de esta manera puede ser visto como un continuo aprendizaje que se nutre de la interacción constante entre la empresa y diversos agentes de su entorno.

Las empresas no pueden ser vistas como entes aislados en el proceso de innovación, existe una gran cantidad de actores que interactúan en su entorno generando redes de transferencia de conocimiento y lazos complejos de interacción.

Finalmente, según Robert, et al., (2010), Diversos autores (Dosi, 1991; Dosi y Kaniovski, 1994; Dosi, y Nelson, 1994; Metcalfe, Foster & Ramlogan, 2006, Antonelli, 2008; Erbes, Robert y Yoguel, 2010), han establecido un marco conceptual basado en la teoría de los sistemas complejos que conlleva a explicar los procesos de aprendizaje, innovación y competencia en sistemas productivos y de innovación.

Basados en las aproximaciones teóricas utilizadas, el documento tiene dos objetivos. El primero es comprender los procesos de evolución de las estrategias en entornos dinámicos; y el segundo objetivo, es comprender la dinámica de implementación y reconfiguración de las capacidades de innovación en su dinámica de competencia.

El marco conceptual presentado se utiliza para plantear una propuesta conceptual de los determinantes estratégicos de innovación que pueden ser analizados mediante la utilización de modelos basados en agentes para analizar la dinámica competitiva de las empresas que integran la industria de software en Colombia.

En la propuesta se procede a identificar las entidades individuales o agentes que participan en el modelo, el entorno donde se desenvuelven dichos agentes, sus

relaciones e interacciones, las acciones emitidas por dichos agentes y las reglas de acción del sistema, esto se hará con base en la literatura revisada que nos proporciona las características necesarias de los componentes que se deben tener en cuenta para la construcción del Modelo Basado en Agentes – MBA-. Del mismo modo nos proporcionará los aspectos importantes que nos permitirán identificar los aspectos relevantes de los agentes con relación al modelo propuesto. Las acciones y reglas propuestas para el modelo estarán sustentadas por una rigurosa revisión de la literatura.

En esta orientación es necesario identificar tanto las decisiones estrategias de innovación; las prácticas de gestión que darían como resultado actividades innovativas, los referentes con los cuales se medirían sus prácticas y decisiones, y la dinámica de cambio a través de la evolución de las otras empresas que comparten un mismo grupo estratégico del sector.

El aporte de este trabajo es de tipo conceptual, que propone los aspectos fundamentales que deben considerarse en el diseño de un Modelo Basado en Agentes para la simulación de los determinantes estratégicos de innovación para analizar la dinámica competitiva de las empresas que integran la industria de software en Colombia, estableciendo cuales son los agentes implicados en el desarrollo propuesta, lo cual es un aporte desde la Modelación Multi Agente para el modelado de mercados de software.

Para ello, el documento se estructura de la siguiente manera: En el **capítulo 1**, se define el problema de investigación donde se describen las problemáticas actuales de la industria de software en Colombia, en este capítulo se plantea la pregunta de investigación del trabajo, el alcance, los objetivos, la metodología el mismo. El **capítulo 2**, definen el estado del arte y el marco teórico en el que se enfocará el trabajo. El **capítulo 3**, describe las dinámicas de la industria del software y las particularidades del caso colombiano. El **capítulo 4**, abordará los conceptos generales relacionados son los sistemas adaptativos complejos y las especificaciones de la MBA. El **capítulo 5**, define los conceptos con relación a las estrategias de innovación, El **capítulo 6**, presenta la propuesta conceptual del análisis de los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia que se deben tener en cuenta en el MBA. Por último se presentan conclusiones sobre los hallazgos de esta revisión y unas propuestas de los aspectos componentes fundamentales que deben ser tenidos en cuenta para la creación de un modelo basado en agentes que analice los determinantes estratégicos de innovación para la industria colombiana de software.

## Capítulo 1

# Problema de Investigación

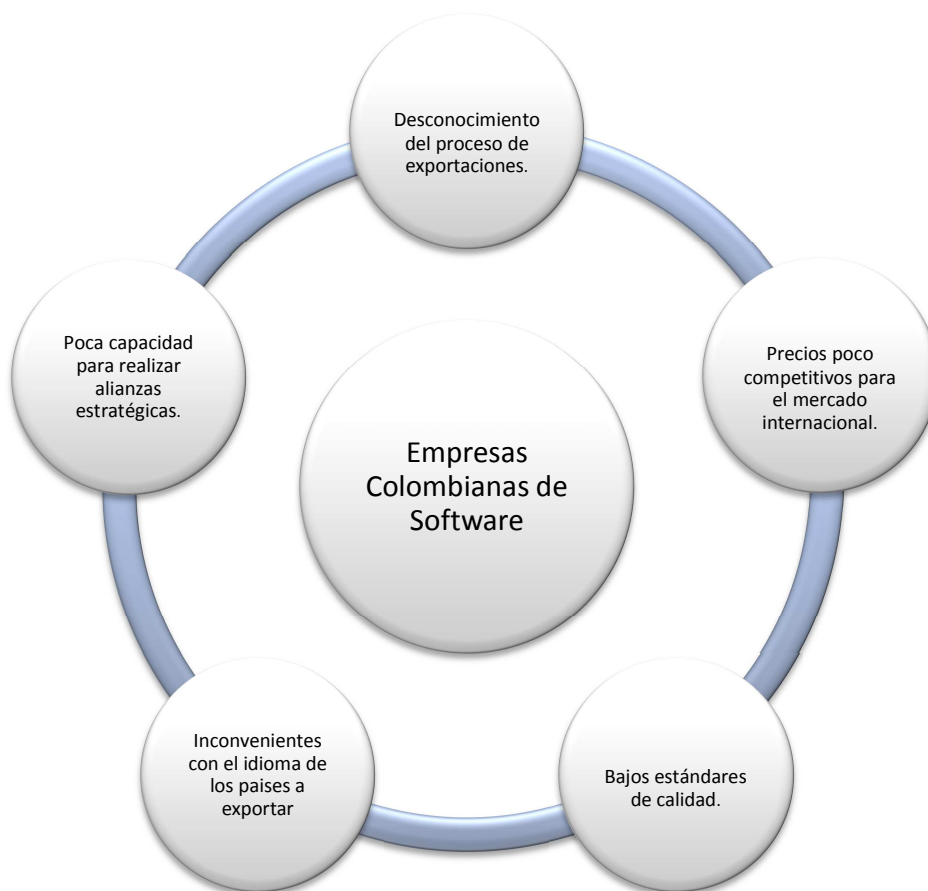
### 1.1 Definición

Actualmente la industria de software representa una economía de importancia para muchos países en vías de desarrollo como Colombia porque ofrece expectativas de negocios de interés estratégico para el país (Mayer & Bunge 2004). Sin embargo, numerosos estudios plantean que el sector muestra algunas debilidades. Según Baston & Silveira (2009), la industria de software en Colombia se encuentra desarticulada, aun cuando se está trabajando para el fortalecimiento de la agremiación de las empresas de software, la desarticulación no sólo está presente entre las empresas locales sino entre el estado y las asociaciones que agremian las empresas de este sector y las empresas, así como también entre las mismas empresas.

La falta de sincronía, de acción conjunta y, especialmente, de comunicación son las debilidades más grandes que tiene esta industria en el país, pues hacen que el sector no sea explotado de acuerdo con su potencial (Baston & Silveira 2009).

Según Bastos et al. (2009), las empresas netamente colombianas son reconocidas como “artesanas del software” pues se han concentrado en el desarrollo de software a medida, es decir, adecuadas a las necesidades del cliente.

Múltiples estudios realizados por diversos (FEDESOFTE, 2008, 2009; McKinsey, 2008; Mincomercio, 2008; PROEXPORT, 2008, 2009), han reportado que en Colombia se han identificados algunas problemáticas a nivel de firmas de software y a nivel país lo cual obstaculiza a las empresas colombianas pertenecientes a esta industria ingresar al mercado internacional, la **Figura 1.1**, describe cuales son las problemáticas que rodean a las empresas colombianas de software que imposibilitan su crecimiento e internacionalización.

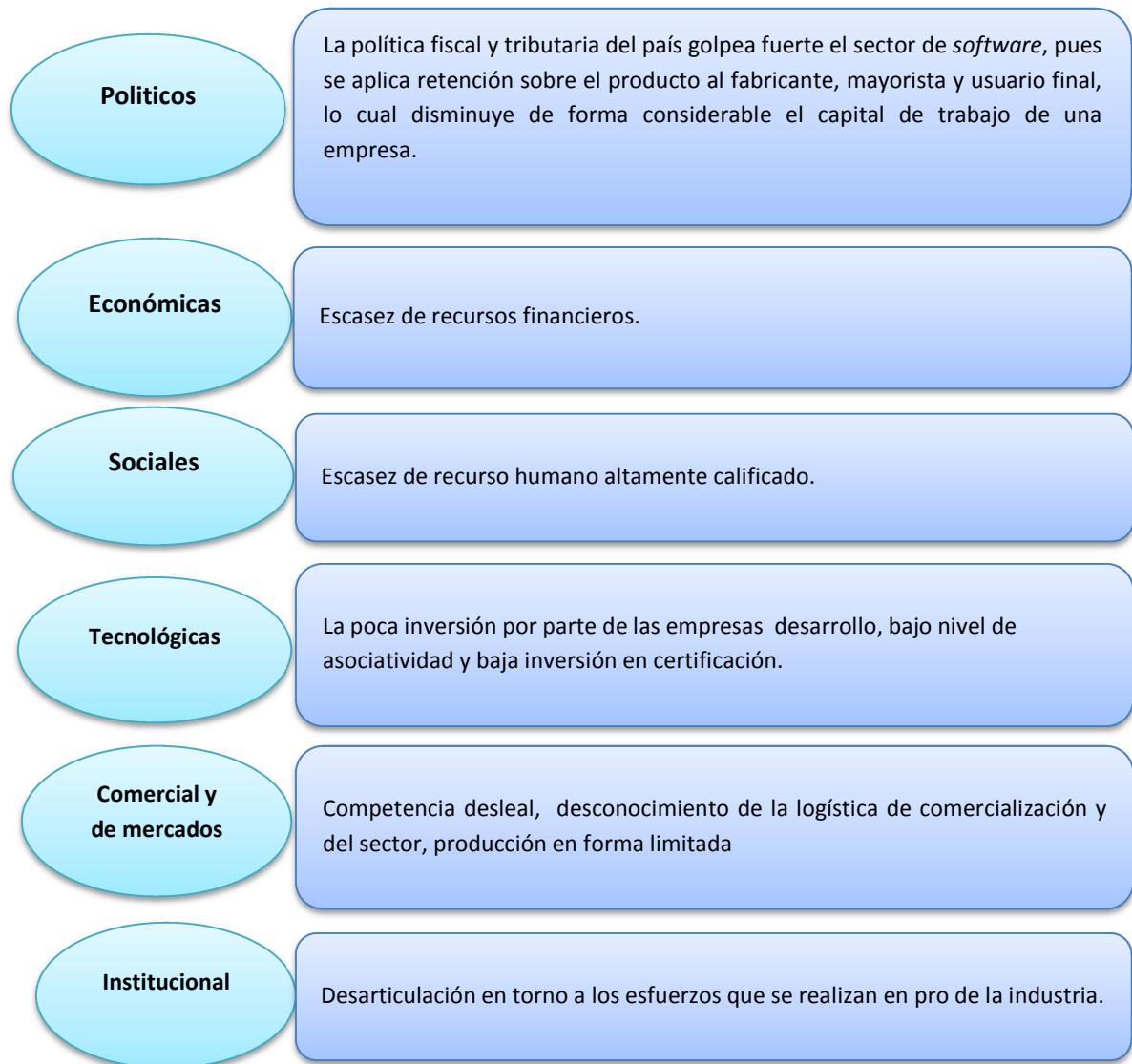


**Figura 1-1:** Problemáticas de las empresas colombianas de software.

**Fuente:** Creación Propia, a partir de (FEDESOFTE, 2008, 2009; Mckinsey, 2008; Mincomercio, 2008; PROEXPORT, 2008, 2009).

Según Castellanos et al. (2009), en relación con el direccionamiento estratégico de la industria de software en Colombia, se ha logrado identificar un conjunto de limitaciones que impactan su desarrollo y que se pueden observar en la **Figura 1.2**, y ampliar en el **Anexo A**.





**Figura 1-2:** Limitaciones que impactan el desarrollo de la industria del software en Colombia.

**Fuente:** Creación propia Adaptado de Castellanos et al. (2009)

Son muchas las problemáticas que se enmarcan en el contexto colombiano, Fedesoft (2009) y el Observatorio laboral (2008), han reportado cifras con relación a los egresados de TI en el país para el año 2008, independientemente de que en este año el país contaba con 16.263 egresados en áreas TI, solo 6.804 cuentan con la educación formal. De estas personas que poseen educación formal deben complementar las competencias

necesarias para ser aptos en el sector, únicamente el 14% de los egresados se encuentra listo para ser contratado, estos estudios reportan que 19% de los egresados son bilingües y el perfil profesional de la mayoría de estos egresados es un perfil operativo mas no de gerentes.

De igual forma , basado en las limitaciones políticas descritas por Castellanos et al (2009) en la figura anterior, y según estudios reportados por la ICEX (2005), en Colombia dichas limitaciones afectan a los empresarios ya que debido a las políticas fiscales, tributarias ellos deben invertir en retenciones que se aplican a los productos desarrollados por fabricantes, proveedores y además a los usuarios finales, lo cual limita a las empresas en generar inversiones que potencialicen las capacidades innovativas y de crecimiento de la misma.

Lo descrito anteriormente con lleva a pensar que existe una marcada desarticulación del desarrollo de la industria nacional que no permite suplir las necesidades reales del sector, y que no se han establecido mejoras competitivas que eleven la productividad del sector, con base a esto, y apoyados en lo descrito por Gary et al ( 2008), mientras que han existido numerosos estudios sobre el éxito competitivo de una empresa en cualquier punto del tiempo, ha habido pocos estudios sobre el proceso dinámico por el cual las empresas perciben y descubren oportunidades y luego actúan para alcanzar posiciones ventajosas en un mercado específico y que son diferentes para diferentes empresas.

En este ámbito es necesario identificar los orígenes o la dinámica de tales diferencias en las decisiones estrategias de innovación; las prácticas de gestión que darían como resultado actividades innovativas, los referentes con los cuales se medirían sus prácticas y decisiones, y la dinámica de cambio a través de la relación con otras empresas que comparten la misma industria.

De esta manera, se propone la utilización de modelos de simulación con el propósito de aportar al proceso de innovación de la industria del software en busca de una optimización en su actividad con el objeto de comprender y analizar la dinámica de este sector tratando de predecir el futuro de dichas firmas, lo cual contribuye en la generación de sugerencias para el fortalecimiento en los procesos estratégicos de las empresas de la industria y sobre todo para mejorar los procesos de innovación.

## **1.2 Pregunta de Investigación**

La problemática planteada anteriormente nos conlleva a cuestionar:

¿Existe una suficiente comprensión de las dinámicas de estrategias de innovación para el desempeño competitivo que explican el crecimiento de la industria de software en Colombia?

## 1.3 Alcance

El desarrollo de este trabajo se centra en el desarrollo de una propuesta conceptual de los determinantes estratégicos de innovación de las empresas colombianas de software con base en un modelo de agentes y mas específicamente en como utilizar la metodología de modelos basados en agentes, para identificar las entidades individuales o agentes que participan en la dinámica del mercado de la industria de software en Colombia, el entorno donde se desenvuelven dichos agentes, sus relaciones e interacciones entre los mismos, las acciones emitidas por dichos agentes y las reglas de acción del sistema para plantear proposiciones que identifiquen distintas estrategias de innovación que puestas en marcha en un modelo ampliado de la dinámica del sector donde se realicen predicciones, comparaciones y optimizaciones del comportamiento de sus procesos, puedan fortalecer la posición en el mercado de una empresa de software en Colombia en función de obtener ventajas competitivas sostenibles.

Esta propuesta conceptual contempla el aprendizaje llevado a cabo por los agentes para tomar sus decisiones estratégicas y para esto se consideran las estrategias de innovación, la elección de dichas estrategias le otorgará al agente la posibilidad de obtener ventajas competitivas y lo que se pretende es que por medio de estas pueda ganar supremacía en el mercado.

Es importante aclarar que no se realizará ningún tipo de simulación, que el desarrollo de esta propuesta solo plantea cuales son los aspectos fundamentales y relevantes que deben considerarse a la hora de realizar una simulación basada en agentes de este tipo.

## 1.4 Objetivo

A continuación se presentan los objetivos planteados para el desarrollo y focalización del trabajo de grado.

### 1.4.1 Objetivo General

Fundamentados en la modelación basada en agentes, definir a través de una proposición conceptual los determinantes estratégicos de innovación en ambientes competitivos entre empresas de la industria del software en Colombia para su adecuación en un modelo amplio de escenarios competitivos de la industria.

### 1.4.2 Objetivo Específico

- Proponer un modelo descriptivo conceptual que relacione desde un determinado referente teórico los agentes que participan en esta dinámica, el entorno donde se desenvuelven dichos agentes, sus relaciones e interacciones entre los mismos y

el entorno, las acciones emitidas por dichos agentes y las reglas de acción del sistema.

- Proponer distintas estrategias de innovación que puestas en marcha en el modelo de simulación basado en agentes fortalezcan la posición en el mercado de una empresa en función de obtener ventajas competitivas sostenibles.
- Plantear propuestas sobre la dinámica estratégica de empresas del sector de software que fortalezca la dinámica de crecimiento interno de la industria, en función de obtener ventajas competitivas de la industria.
- Definir los objetivos de simulación con base en los aspectos teóricos que subyacen a la temática elegida.
- Construir las hipótesis que identifiquen el ambiente, los agentes, las relaciones y las reglas que definirán el modelo.

## 1.5 Metodología de Trabajo

La realización de este trabajo se enmarca dentro de una metodología que comprende las siguientes etapas:

### 1.5.1 Exploración y Análisis

El objetivo de esta fase fue realizar una búsqueda de la información relevante, revisando el estado y los hallazgos más notables en la materia por otros grupos e investigadores hasta la fecha, se hizo una selección de la literatura de las diferentes formas y métodos empleados en la utilización de modelos de simulación basado en agentes para el análisis de estrategias competitivas en las industrias para educir objetivos y problemas, posteriormente se analizaron las variables encontradas que fueron tenidas en cuenta para el modelo propuesto.

En esta fase se analizo a fondo las etapas de recopilación e integración de datos. Se realiza la respectiva revisión de la literatura buscando lograr definir adecuadamente la estructura de cada una de ellas, teniendo en cuenta la especificación clara de cada una de las actividades que conforman las mismas.

Durante esta fase también se analizó las actividades que han sido automatizadas en la literatura y los métodos utilizados para realizar las mismas. También se logrará identificar con claridad el alcance de tanto la etapa de Recopilación como la de Integración de datos. Para ello se tuvo en cuenta:

**Identificación de niveles de automatización:** Este proceso consistió en definir el grado de automatización que poseen las diferentes actividades de las etapas de interés que son automatizables o semi-automatizables. También se identificaron las actividades que

pueden ser realizadas por medio de procesos asistidos y se contempló la posibilidad de incluirlas en la investigación.

***Definición e identificación de los problemas que se presentan en el desarrollo de las etapas:*** Con este proceso se buscó caracterizar los problemas encontrados, a su vez se identificó si se les ha dado solución anteriormente y en los casos en los que se encuentren soluciones, éstas serán analizadas.

*Definición de las características de las soluciones propuestas a los problemas identificados:* En este proceso se estudió las soluciones encontradas y se definieron los requerimientos de las posibles soluciones escogidas.

## 1.5.2 Síntesis y Desarrollo

Luego de analizar los diferentes métodos para la elaboración de objetivos y problemas se hizo la clasificación de las características que se tendrían en cuenta en el modelo propuesto, se iniciará a estructurar cada una de estas para comenzar con la construcción del modelo incorporando cada una, lo cual conllevó a:

Establecer las bases conceptuales para la el diseño del modelo basado en agente con relación a las estrategias de innovación que generen un desempeño competitivo de las dinámicas sistémicas de crecimiento de la industria del software en Colombia que conlleven a establecer conclusiones y recomendaciones de política sectorial y gestión empresarial en torno a la industria del software en Colombia en caso de ser implementado, a través de:

*Estudio de las metodologías para el desarrollo de la modelación basada en agentes:* Donde se estudió las metodologías más relevantes en el desarrollo de modelos basados agentes y se seleccionó una adecuada para el desarrollo de la investigación.

*Selección de los modelos a tener en cuenta en la metodología:* Donde se definió que modelos que sugiere la metodología se construirán y cuáles no, esto debido a que en ocasiones algunos modelos no son relevantes para los objetivos de investigación. También en caso de que se requieran modelos de otras metodologías se caracterizarán y se documentarán los motivos de la inclusión.

***Generando como resultado el Diseño de la propuesta conceptual del Modelo Basado en Agentes de los determinantes estratégicos de innovación de las empresas colombianas de software*** para analizar la dinámica competitiva de las empresas que integran este sector permitiendo identificar las entidades individuales o agentes que participan en esta dinámica, el entorno donde se desenvuelven dichos agentes, sus relaciones e interacciones entre los mismos, las acciones emitidas por dichos agentes y las reglas de acción del sistema.



## Capítulo 2

# Estado del Arte y Marco Conceptual

En este capítulo se presenta inicialmente una revisión del estado del arte de la Modelación Basada en Agentes ya que en este trabajo lo que se pretende es proponer el desarrollo conceptual de un modelo basado en agentes de los determinantes estratégicos de innovación de las empresas colombianas de software, el propósito de dicha revisión es conocer el estado actual de la Modelación Basada en Agentes como método de investigación de gran alcance. Además, se presenta una revisión del estado actual de diversos modelos que abordan el estudio de las estrategias tecnológicas e innovativas empleadas en las organizaciones para obtener altos resultados competitivos. Se hizo también una revisión de la literatura sobre la generación de óptimos desempeños en las operaciones y gestión de la empresa desde la perspectiva de la modelación basada en agentes.

Por otra parte presenta elementos tales como lo son las generalidades sobre la innovación, sus bases conceptuales, los tipos de innovación, los modelos del proceso innovativo, la innovación en las organizaciones, la innovación en la competitividad de las organizaciones, las capacidades de innovación y la simulación, en aras de trascender en los conceptos.

### 2.1 Estado del Arte

La Modelación Basada en Agentes es utilizada en diferentes áreas de como método de investigación de gran alcance (Axelrod, 1997). Por ejemplo, la simulación basada en agentes se ha adoptado para estudiar las organizaciones como un sistema adaptativo complejo (SAC), lo que ha dado lugar a un nuevo campo científico llamado Teoría de las Organizaciones Computacional (Carley et al., 2000), el estudio de las cadenas de suministro como SAC (Lin & Shaw, 1998; Swaminathan et al., 1998; Choi et al., 2001),

además en investigación en economía para estudiar los modelos de los mercados, por ejemplo, el mercado de valores artificial de Santa Fe LeBaron, 2002; Bonabeau et al., 1999), los procesos de negocio (Huang, 2001), en las ciencias sociales para estudiar comportamientos sociales emergentes (Epstein , 2002) y las, temas asociados a la confianza (Falcone, 2001).

Otras aplicaciones importantes de la Modelación Basada en Agentes (MBA) que nos compete, es el modelado de estructuras organizativas y estrategias de innovación (Dawid, Reimann, & Bullnheimer, 2001) en el cual analiza la evolución de las decisiones de producción de las empresas de adaptación en un entorno de competencia. Este describe como la empresa puede optar ya sea para producir una de las varias variantes de productos existentes o tratar de establecer una variante de nuevos productos en el mercado. La demanda de cada variante de cada producto está sujeta a un ciclo de vida, pero es la demanda agregada de variantes de productos constante en el tiempo. Cada período cada empresa tiene que decidir si para producir el producto nuevo, introducir una variante del producto en sí mismo (lo que genera una ventaja inicial en ese mercado), o seguir a otra empresa y cambiar a la producción de un producto ya establecido. Se examina la evolución del comportamiento de este mercado con un modelo de simulación basada en agentes donde las empresas están dotadas de reglas simples para estimar el potencial de mercado y para tomar sus decisiones mediante una regla de aprendizaje estocástico.

La Modelación Basada en Agentes (MBA), se pueden desarrollar para evaluar la eficacia de los diferentes tipos de estrategias de innovación en diferentes tipos de ambientes (Debenham & Wilkinson, 2003), en este estudio se desarrolla modelo de simulación general de la competencia en el mercado para estudiar la eficacia de la exploración y la interacción entre los diferentes tipos de productos y estrategias de explotación, es decir la innovación, la imitación y la mejora de procesos. Se utilizan experimentos de simulación para examinar la supervivencia de la empresa y la eficacia de las mezclas de diferentes estrategias y mostrar cómo éstas dependen de la longitud de tiempo que toma cada estrategia para obtener resultados, la velocidad de la difusión de nuevos productos y la duración de los ciclos de vida de los productos y el momento de la entrada de nuevos productos. El modelo proporciona la base para nuevos experimentos para examinar el impacto de diferentes combinaciones de estrategias de las empresas sobre la supervivencia y rendimiento, y como medio de perfeccionamiento de la sensibilidad de gestión con respecto al impacto de las diferentes funciones de respuesta del mercado sobre los resultados de la estrategia.

Además de la Modelación Basada en Agentes puede ser utilizada para evaluar el modelo supervivencia de las empresas con diferentes estrategias en entornos competitivos, (García & Nair & Rummel, 2011) este estudio se basa en como las empresas orientadas tecnológicamente deben asignar los recursos entre la exploración (investigación) y las actividades de explotación (desarrollo). Para ello Adoptan un enfoque metodológico utilizando combinación de estudios de casos con un modelo de simulación basada en agentes con el fin de aprender acerca de la eficacia de las estrategias de especialización. Los resultados sugieren que una estrategia de especialización basado en la exploración puede tener una ventaja relativa sobre una estrategia de especialización basado en la explotación, y una estrategia equilibrada no es absolutamente necesaria para garantizar la el éxito dela innovación.



Estudios realizados por (García & Rummel & Calantone, 2004); Afirman que la Modelación Basada en Agentes también puede utilizarse para modelar una estrategia de aprendizaje para resolver el dilema innovador (Christensen, 1997). En los estudios de la organización, el interés se centra en cómo la estructura de la organización y la estrategia debe evolucionar a medida que el medio ambiente (por ejemplo, competencia, demanda, regulación, tecnología) está evolucionando. Por lo anterior se puede decir que los MBA proporcionan un entorno de aprendizaje único para evaluar las diferentes condiciones.

## **2.2 Marco Teórico**

### **2.2.1 Generalidades Sobre Innovación**

#### **2.2.1.1 Bases Conceptuales y Modelo de Innovación**

El concepto de innovación ha sido ampliamente utilizado en los últimos años por la necesidad de que las organizaciones sean creadoras de valor agregado para la sociedad a partir de la generación conocimiento científico y tecnológico en los productos, procesos productivos y procesos organizacionales (Eastmond, 2004). Sin embargo, la manera como la sociedad y las organizaciones han enfrentado los procesos de innovación ha generado una serie de cambios sustanciales que han afectado aún las formas de creación del conocimiento mismo.

De esta manera los procesos de innovación han pasado de modelos lineales de producción de conocimiento, con debilidades en los procesos de difusión e incorporación, a procesos en donde los nuevos desarrollos científicos y la sofisticación de la demanda comenzaron a modificar las forma de producción de conocimiento. El desarrollo de las nuevas tecnologías y la incorporación creciente de conocimiento en productos y procesos comenzó a mostrar cambios en necesidades y especificidades en las empresas de tal manera que los productores se vieron cambiar las rutinas organizacionales en donde la flexibilidad de la producción y de la organización pudiera responder a las necesidades de la demanda cada vez con menor tiempo de respuesta. Paralelo a este proceso las nuevas formas de producción de conocimiento en general y de incorporar innovaciones, en particular, con el paso del tiempo fueron vistas como el resultado de actividades cuyos resultados descansan en las interacciones e intercambio de conocimiento (Kline & Rosenberg, 1986; Gibbons et al., 1994; Lundvall, 1992), que involucran a una gran cantidad de actores en situaciones de interdependencia y en relaciones de aprendizaje de tipo formal e informal, no sin dejar de ser complejas.

Desde estas últimas orientaciones se muestra la importancia del trabajo interdisciplinario y de la necesidad de construir nuevas formas de aprender al interior de las organizaciones a través del aprovechamiento del conocimiento externo (i.e. consumidores, proveedores, competencia, universidades, consultores, etc.). En esta perspectiva, Cohen y Levinthal (1990) afirmaron que el aprovechamiento del conocimiento externo requería del dominio de ciertas capacidades de asimilación durante

los procesos de incorporación y uso del conocimiento externo. Esta capacidad fue denominada capacidad de absorción.

Esa evolución, de los procesos lineales a los procesos interdependientes ha generado dos consecuencias: primero, que la innovación no es solamente el desarrollo de unas soluciones técnicas, sino también un proceso que involucra aprendizaje a través de las interacciones sociales. Segundo, que las empresas deben mejorar continuamente sus productos y servicios a través de procesos continuos de aprendizaje, con el fin de permanecer en el mercado. Tercero, que la difusión de las innovaciones es inherente a la incorporación exitosa de los productos en el mercado, o de su apropiación y uso por parte de la misma organización.”

En consecuencia a lo anterior, se define la innovación con base a aportes como el de Schumpeter (2002) quien considera esta como “la puesta en práctica de una nueva combinación, es decir, se puede entender como la introducción de un nuevo bien o método de producción no probado, además es la apertura de un nuevo mercado, la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento y la creación de una nueva organización de cualquier industria”.

Se puede decir que la definición del concepto innovación se orienta en la idea de cambio, Autores como Guan & Ma (2003), definen la innovación como la capacidad definida mediante el empleo de diversos ámbitos y niveles para satisfacer los requisitos de la estrategia de la empresa y dar cabida a condiciones de entornos competitivos especiales para la empresa.

En este mismo sentido estudios realizados por Castellanos (2007) quien cita a Snarch (1998), afirma que la innovación abarca un proceso en donde una idea nueva se lleva a un uso productivo. Según afirmaciones realizadas por Drucker (1985) la innovación es el medio por el cual explotar el cambio es una oportunidad para un negocio diferente, es decir la acción de dotar a los recursos con una nueva capacidad de producir riqueza, valiéndose de todas las variables posibles en el fortalecimiento de una actividad. Aportes hechos por Schumpeter (1942) muestran a la innovación como un cambio histórico e irreversible en la manera de hacer las cosas.

#### 2.2.1.1.1 Modelos del Proceso de Innovación

La innovación puede ser abordada en distintas facetas para facilitar su comprensión existen diversos modelos propuestos por diversos autores a la hora de explicarla en aras de entender los mecanismo que identifican las fuentes de la innovación y las fases por las que atraviesa en su desarrollo. El **Anexo B** describe de forma detallada la evolución de modelos de innovación propuestos en la literatura.

Estudios realizados por Velasco et al, (2007), nos proporcionan información con relación a los modelos de innovación, Saren, M.A. (1983), se enfoca en los Modelos de Etapas Departamentales, de Etapas de Actividades, de Etapas de Decisión, de Proceso de Conversión y de Respuesta. Forrest, J. (1991), en los Modelos de Etapas, de Conversión y Modelos de Empuje de la Tecnología / Tirón de la Demanda, Integradores y de

Decisión. Rothwell, R. (1994), en Proceso de innovación de primera generación: Empuje de la Tecnología, de innovación de segunda generación: Tirón de la Demanda, de innovación de tercera generación: Modelo Interactivo, de innovación de cuarta generación: Proceso de Innovación y de innovación de quinta generación: Integración y redes. Padmore, T., Schuetze, H., y Gibson, H. (1998), se enfocan en Modelo lineal, de enlaces en cadena y en ciclo. Hidalgo, A., León, G., Pavón, J. (2002), en Modelo Lineal: Empuje de la Tecnología / Tirón de la Demanda, Mixto e Integrado. Trott, P. (2002), Modelos lineales, simultáneos de acoplamiento, interactivos y de Serendipia. Escorsa, P. y Valls, J. (2003), enfatizan en Modelo Lineal, de Marquis, de la London Business School y de Kline. European Commission (2004), se centra en Innovación derivada de la ciencia, derivada de las necesidades del mercado, derivada de los vínculos entre los actores en los mercados, derivada de redes tecnológicas y derivada de redes sociales.

### 2.2.2 Tipos de Innovación

Existen diferentes tipos de innovación los cuales se clasifican de acuerdo a diverso enfoques abordados por múltiples autores, en este sentido Gallouj y Weinstein (2007) han realizado aportes significativos en la clasificación de la innovación, ellos argumentan que la innovación se clasifica según el grado de novedad de la siguiente manera:

INNOVACIÓN SEGÚN EL GRADO DE NOVEDAD	
Radical	Cuando se crea de un producto totalmente nuevo.
Mejora	Cuando se mejoran ciertas características del producto o sistema sin realizar ningún cambio sobre la estructura de estos.
Incremental	Cuando se modifica marginalmente la estructura del producto o sistema adhiriéndoles características técnicas o de servicio, o a través de la sustitución de algunos de estos elementos pero la estructura general del producto o sistema permanece.
Ad Hoc	Cuando se soluciona un problema particular, que se lleva a cabo mediante la interacción de las personas involucradas en el problema.
Nueva combinación	Cuando se explora las posibilidades abiertas por nuevas combinaciones de diferentes características técnicas y de servicio.

**Tabla 2-1:** Tipos de Innovaciones.  
**Fuente:** Gallouj y Weinstein (2007)

Es este mismo sentido en aras de establecer bases teóricas manuales expedidos por la OECD<sup>1</sup>, para nuestro caso el Manual de Oslo propone la siguiente las siguientes definiciones para cada uno de los tipos de innovación que considera:

**Una innovación de producto** es la introducción de un bien o de un servicio Nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componente y los materiales, la información integrada, la facilidad de uso u otras características funcionales. (OECD, 2005, §156)

**Una innovación de proceso** es la introducción de un Nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. (OECD, 2005, §163)

**Una innovación de mercadotecnia** es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación. (OECD, 2005, §169)

**Una innovación de organización** es la introducción de un nuevo método organizativo en las practicas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. (OECD, 2005, §177)

### 2.2.3 El proceso de Innovación en la Organización

En las organizaciones la innovación debe ser vista como el proceso que reconfigura la estructura de la misma, en este sentido Fagerberg, (2003), afirma que la innovación implica combinar diferentes tipos de conocimiento, competencias, capacidades y recursos que conlleve a lograr mejoras lo cual le permita a la empresa obtener ganancia de diversos tipos ya sea por el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios; o por disminuir costos.

Según Suárez et, al. (2009), implementar proceso de innovación en las organizaciones conlleva a que las empresas se analicen desde diferentes perspectivas, en este sentido comenzaremos diciendo que las empresas que realizan actividades de innovación asumen la postura de empresas innovativas, cuando dichos procesos de innovación son alcanzados y se generan resultados en las organizaciones las empresas se denominan innovadoras (OECD, 2005). A las empresas que realizan actividades de innovación y que por uno u otro motivo no alcanzan sus objetivos o resultados se les denomina potencialmente innovadoras (RICyT, 2000).

Lo anteriormente descrito conlleva a pensar que el proceso de innovación es de vital importancia para las organizaciones ya que si una empresa desea sobrevivir en el ambiente competitivo en el que se desenvuelve debe estar capacitada para adaptarse

---

<sup>1</sup> OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. Sitio web: <http://www.oecd.org/>

con rapidez a los cambios de su entorno y debe ser capaz de reconfigurarse para no quedarse rezagada.

Una empresa u organización que deja de lado la innovación, que no introduce nuevos productos y/o procesos está condenada a dejar de existir. La empresa que innova busca ganar el mercado de su competencia y una supremacía en el mercado competidor.

### 2.2.3.1 La innovación en la Competitividad de las Organizaciones

Desde el punto de vista empresarial el término competitividad asume un rol importante ya que interviene positivamente en el crecimiento de las industrias, en este sentido se enfatiza en aportes realizados por Porter (1991), quien afirma que la competitividad está determinada por la productividad, la cual está definida como el valor del producto generado por una unidad de trabajo o de capital, la productividad es función de la calidad de los productos y de la eficiencia productiva. Las empresas sobreviven y a su vez son exitosas si son competitivas, el ambiente competitivo en donde se encuentran las empresas las obliga a que tengan que lograr mayor producción con los recursos que tengan a su disposición logrando así un crecimiento sostenible que les permita el fortalecimiento y la expansión hacia nuevos mercados.

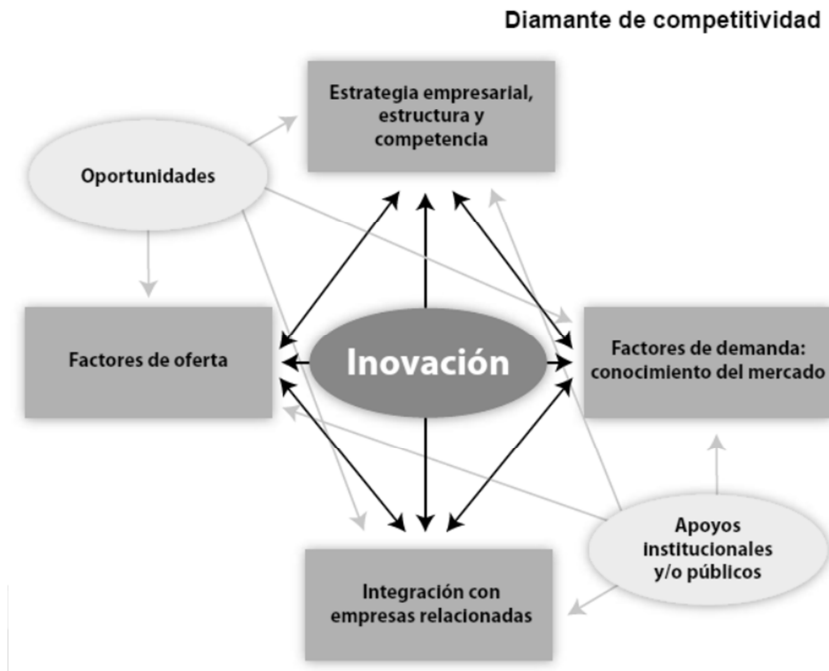
Aportes realizados por Garay (1998), donde cita el concepto de competitividad definido por La President's Commission on Industrial Competitiveness (1980), en el cual se afirma que esta es "el grado en que una nación puede, bajo condiciones de mercado libre, producir bienes y servicios que satisfagan los requerimientos de los mercados internacionales y, simultáneamente, mantener o expandir los ingresos reales de sus ciudadanos". Es este sentido se puede decir que el concepto de competitividad difiere en función del ámbito en que se esté trabajando, pudiéndose distinguir entre una perspectiva agregada, con un carácter geográfico o sectorial, y una formulación microeconómica (Mendizábal, 2002). Con relación al carácter geográfico el concepto de competitividad se enmarca en la aptitud de una región o un sector para enfrentar la competencia a escala internacional, en cuanto lo relacionado en el ámbito microeconómico, el término competitividad se enmarca con la capacidad de las empresas para captar mercados nacionales e internacionales donde colocar su producción.

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. Las firmas que son capaces de ser emprendedoras y de buscar continuamente cómo hacer las cosas de otra manera serán las más exitosas del mercado (Lebre La Rovere y Hasenclever, 2003).

La capacidad de competir se relaciona con las ventajas que tienen los agentes que están compitiendo. Se señalan los conceptos de ventaja absoluta, ventaja comparativa y ventaja competitiva (Cabrera et, al. 2011).

Para Porter, (1993), la estrategia competitiva establece el éxito o fracaso de las empresas, aquí se entiende por estrategia una habilidad o destreza, y la competitividad la capacidad de hacer uso de esa destreza para permanecer en un ambiente, es entonces un indicador que mide la capacidad de una empresa de competir frente al mercado y a sus rivales comerciales. En este sentido Porter argumenta que la competitividad es la búsqueda de una posición relativamente favorable en un mercado, con respecto a los rivales, la cual le permitirá permanecer y expandirse.

La competitividad es el grado en que un país, estado, región o empresa produce bienes o servicios bajo condiciones de libre mercado, enfrentando la competencia de los mercados nacionales o internacionales, mejorando simultáneamente los ingresos reales de sus empleados y consecuentemente la productividad de sus empresas (Porter,1993). Lo descrito anteriormente se soporta en el diamante de la competitividad (ver **Figura 2.1**).



**Figura 2-1:** Diamante de la Competitividad.  
Fuente: Porter, 1993.

En el diamante de la competitividad, los factores de la oferta son aquellos elementos que les permiten a las empresas producir bienes y servicios que compitan en el mercado. Los factores de la demanda son los que les permiten a las organizaciones conocer los gustos, preferencias, variables demográficas, sociales y culturales de la población, su estructura de consumo y tendencias y perspectivas futuras, así como establecer quiénes son las empresas rivales, qué producen y cómo, cuánto cuesta, cuáles son sus procesos de innovación o si están entrando nuevos competidores. Los factores de integración con

empresas relacionadas llevan a la organización a buscar fortalezas y apoyos en sus relaciones externas, a través de diversas vinculaciones productivas. Los factores asociados a las oportunidades de mercado tienen que ver con la habilidad de la organización de ver hacia fuera y detectar condiciones coyunturales de las cuales pueda sacar un beneficio para sí misma (Porter, 1993). Los apoyos institucionales o públicos, pueden afectar positivamente a la organización o a sus rivales. Los factores de la estrategia empresarial son aquellos que, con base en la información recogida del ambiente, le permiten a la organización tomar decisiones estructurales y estratégicas con respecto a los diferentes sistemas organizacionales.

El diamante de competitividad relaciona la interacción del entorno y el desarrollo de la innovación para la gestión de la competitividad.

## 2.2.4 Capacidades y Resultados Emergentes de Innovación

Para hablar del concepto de capacidades de innovación nos remitiremos a la interpretación tradicional de Nelson & Winter (2003), donde se afirma que la capacidad de innovación representa una serie de recursos que las empresas, poseen o no, y de la combinación de dichos recursos depende la eficacia del proceso de innovación, lo que conlleva a la generación de novedades. De igual modo la capacidad de innovación puede ser definida como el potencial que tiene la organización para innovar, en otras palabras, puede ser traducido como la habilidad de la empresa en implementar con éxito mejoras graduales o productos nuevos. Dosi, (2006).

Según Erbes et al. (2010) el proceso de generación de innovaciones está determinado por el desarrollo de capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) y conectividad (Grandori y Soda, 1995). Se habla de absorción para definir las actividades de aprendizaje que se orientan al dominio del conocimiento tecnológico y además el término hace referencia a los aspectos de interacción entre actores internos y externos que se relacionan con dicho conocimiento, en donde dichas actividades resultan de las interacciones que se establecen entre los múltiples actores de las empresas y del entorno (Erbes et al., 2010).

En este sentido se puede observar que el concepto de aprendizaje y capacidades de las empresas propasa los límites en relación a los elementos de interacción (Teece et al., 1997) los cuales son generados en relación de sus habilidades creativas y la arquitectura de sus vínculos (Erbes et al., 2010). Lo que conlleva a pensar de manera diferente en los resultados de la innovación en base a la dinámica de los procesos de aprendizaje, Por esta razón en los procesos de interacción que se establecen por fuera de la firma, el aprendizaje constituye el cambio de las capacidades. Desde este punto de vista se puede ver la innovación como una propiedad emergente, la cual se da como resultado de la capacidad de aprendizaje obtenido en los procesos de interacción lo que proporciona un cambio en las rutinas operativas internas de la organización a partir del proceso de interacciones.

En el proceso de implementación o reconfiguración de capacidades que encamina el proceso de innovación al interior de la empresa según múltiples autores (Rumelt, 1995;

Dosi, Teece y Winter, 1992), se utilizan metas- reglas de aprendizaje, donde el concepto de meta-regla puede verse como el recurso que se utiliza para la constitución o reconfiguración de una nueva capacidad en la organización a través de procesos de aprendizaje y determinan cómo las nuevas prácticas, sistemas y procedimientos formales se incrustan en la organización. A través de metas-reglas se puede concebir una red de relaciones que conectan los recursos de la interacción de donde emergen capacidades nuevas, esto puede ser traducido como capacidades de absorción, lo cual corresponde a rutinas incompletas en las interacciones (Cohen y Levinthal, 1990).

Se puede afirmar que la innovación es el proceso transformador de las rutinas de las organizaciones a partir de la constitución de múltiples procesos de aprendizaje (Erbes, 2010). Lamentablemente este proceso de aprendizaje es limitado, Hosein (2008) afirma que dicho proceso no es comprendido con claridad desde la dinámica interna de la empresa, argumentando que los países en desarrollo presentan dificultad en el procesos de aprendizaje con relación a la debilidad de poseer capacidades de apropiación y absorción de conocimientos nuevos, ya que se basan la posibilidad de adquirir y dominar tecnologías existentes.

Los recursos y capacidades orientados a la consolidación de procesos de aprendizaje interno y externo, la absorción de conocimiento, fundamentan la innovación tecnológica como transformador de la empresa. La innovación proporciona a la empresa la posibilidad de ubicarse en una posición privilegiada de sus competidores ya que le otorga a la empresa la posibilidad de cumplir con los requerimientos del entorno; realizar actividades bajo estándares de calidad, y la satisfacción de los clientes con relación a los productos y servicios entregándolos con mayor valor agregado además de la obtención de beneficios financieros.

Establecer capacidades para la innovación al interior de las empresas esta sujeto de la implementación de una estrategia que consolide y reconfigure las capacidades de la empresa en relación con sus actividades, la acumulación de su trayectoria de aprendizaje y su posición frente a sus entornos (Tidd et al. 2001). En este sentido se podrá decir que la innovación se convierte en la herramienta a través de la cual se da una transformación de las reglas de juego en relación con sus mercados para que la empresa sea competitiva.

Para Mendizábal (2002), las empresas pueden explotar las posibilidades que ofrece el cambio, convirtiendo lo que puede ser considerado como una amenaza en una fuente de éxito competitivo frente a sus rivales. Aparece la capacidad de innovar como una actitud de la empresa que busca condiciones de mejora en lo que hace y en cómo lo hace. Esta realidad impone la necesidad de plantear de manera sistemática la innovación, lo que llevará a la aparición de una cultura innovadora.

## **2.2.5 Simulación**

La simulación a partir de modelos ha demostrado ser bastante exitosa como estrategia investigativa e instrumento de planeamiento político y gerencial, (Axelrod, 1997). La simulación tiene una larga historia en el análisis estratégico del crecimiento de diferentes

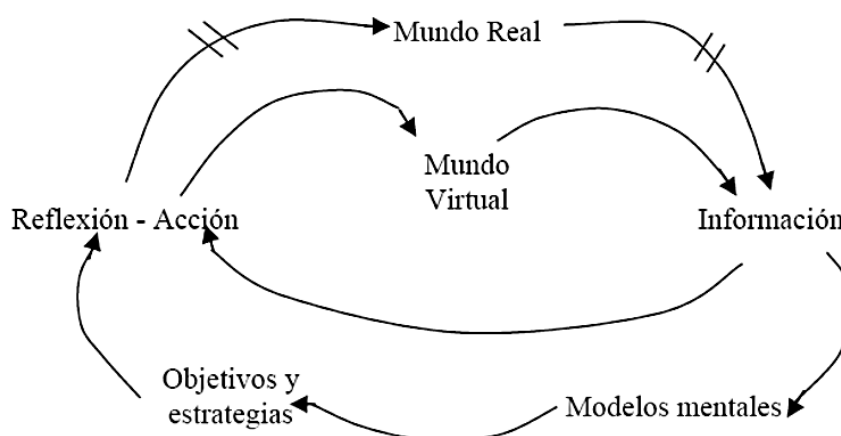


sectores (Gary et al, 2008). proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema (Shannon, 1975).

En este sentido, la simulación puede ser vista como una tercera manera de hacer ciencia y como tal, puede ser contrastada con los dos métodos estándares de inducción y deducción. Axelrod (1997) explica las diferencias de la siguiente manera: al igual que la deducción, la simulación empieza con un conjunto de suposiciones, pero a diferencia de la deducción, ésta no prueba teoremas si no que genera datos que pueden ser analizados inductivamente. Sin embargo, a diferencia de la inducción típica, los datos simulados provienen de conjuntos de reglas rigurosamente especificadas en vez de mediciones directas del mundo real. A manera de conclusión este autor también indica que, mientras la inducción puede ser usada para encontrar patrones en los datos, y la deducción para encontrar consecuencias de las suposiciones, la simulación puede ser usada como ayuda para la intuición.

Los modelos de simulación han sido empleados para predecir la evolución futura de una variedad de sistemas complejos, desde economías nacionales hasta flujos de caja de empresas. Mientras estos modelos, normalmente grandes y detallados, han sido bastante útiles para analizar en detalle asuntos operacionales, ha habido un interés creciente en la aplicación de modelos de simulación más pequeños y agregados, para lograr un mayor entendimiento en temas estratégicos específicos.

Dichos modelos de simulación estratégica facilitan la comprensión de la dinámica de los mercados sin incurrir en los costos del ensayo y error, al tiempo que proveen un marco para estructurar y probar explícitamente suposiciones acerca de la interconexión entre múltiples variables del entorno (Gary y Larsen, 1998, Morecroft, 1992). De esta manera se agiliza el proceso de aprendizaje, pues por medio de los modelos es posible visualizar las consecuencias de las acciones en el ambiente simulado, las cuales permiten transformar los modelos mentales, sin el inconveniente de los retardos que se producen en el mundo real, tal como se muestra en la **Figura 2.2**.



**Figura 2-2:** Ciclo de Aprendizaje a través de Mundos Virtuales.  
Fuente: Smith et al, 2000



## Capítulo 3

# Generalidades de la Industria del Software

### 3.1 Caracterización

Entre los aspectos generales de la industria global del SSA a nivel mundial (lo que en Latinoamérica se denomina el sector de TI), se evidencia su gran importancia debido al constante crecimiento entre 2001 y 2005. El crecimiento del valor del mercado en promedio es de 10% y su análisis permite evidenciar la segmentación existente: *software*, servicios de IT, *Internet - software* y servicios, segmentación en la que se encuentra una gran contribución de los servicios de IT, entre las cuales las transacciones electrónicas son su principal motivo de crecimiento.

Entre los países más destacados del sector se encuentra Estados Unidos; sin embargo, el amplio crecimiento de la industria del *software* en países con economías emergentes en los años 90s ha sido notable, lo cual ha llamado la atención para estudiar las condiciones por las cuales se ha dado ese desarrollo y cómo puede servir de ejemplo a países con economías como la colombiana. En la India por ejemplo, en poco más de 20 años alcanzó uno de los niveles más altos de desarrollo humano e ingreso percapita de la región (Arora and Gambardella, 2005), hoy en día es la industria que más empleos genera con cerca de 650.000 empleados sosteniendo un crecimiento anual de 30 a 40% (Arora y Gambardella, 2004).

El panorama internacional permite observar la importancia del sector y evidenciar los factores de éxito de algunos países líderes, visión que se complementa con el análisis del entorno productivo a nivel nacional para consolidar los elementos de estrategia. Ante ello fue importante hacer claridad en la interpretación del *software* como país, ya que es considerado como una pieza clave dentro de las tecnologías de Información-TI.

Según Castañeda et al. (2009), la industria del software al ser transversal a todos los sectores de la economía y ser intensiva en conocimiento es considerada una ventana de oportunidad al desarrollo ya que, permite la modernización de los procesos productivos, propicia el uso de habilidades laborales sofisticadas y conlleva a la producción de bienes con mayor valor agregado. Esta industria, surge a mediados de los 50s, y para los años 80s se contaban con empresas fortalecidas dedicadas al desarrollo del software. Estudios realizados por González & Rodenes, (2007), reportan que para el 2004 el mercado global de software creció un 5.5%, alcanzando un valor de USD\$143,700 millones. De igual modo estos autores basados en estudios anteriores (Athreye, 2004; Krishnadas, 2004; Arora, 2004; Carmel, 2003; O'malley, 2001; Bhatnagar, 1997; Hooks, 1996) afirman que, la mayoría las investigaciones publicadas se enfocan al análisis de la evolución y éxito de países como India, Israel e Irlanda por ser considerados los más exitosos (González & Rodenes, 2007).

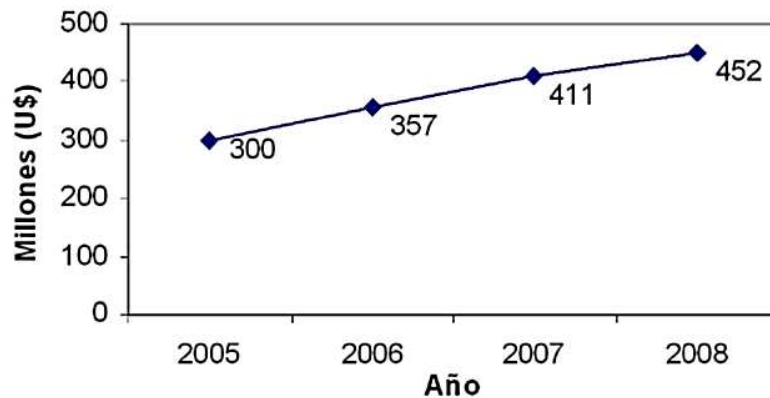
Diversos estudios enfatizan en que la industria del software se caracteriza por el momento de ingreso al mercado internacional, autores como Ansoff & Stewart (1967), argumentan que existen tres categorías para definir el orden de entrada: i) pioneras, ii) seguidoras tempranas, iii) y firmas de ingreso tardío. Argumenta que las últimas suponen desventajas sobre las otras dos categorías (Lieberman & Montgomery, 1998). Y en ella clasifican las firmas de países como la India, Irlanda, Israel, China y Brasil. Autores como Arora & Gambardella (2005) y Rousseva (2008), centran sus investigaciones en el sorprendente éxito del sector los países mencionados, mostrando evidencias de ello.

## **3.2 Panorámica de la Industria del Software en Colombia**

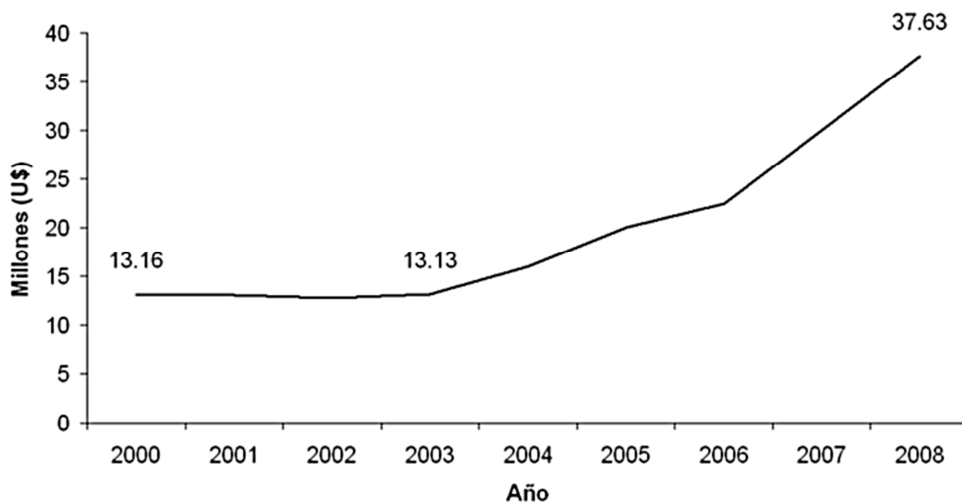
En el caso colombiano según estudios reportados por ICEX (2005), A mediados de los años 90 en el país se llevaron a cabo las mejores iniciativas dirigidas para fomentar el uso de las tecnologías de información. El estudio argumenta que a partir del año 2000 se empezaron visualizarse crecimientos de la industria debido a las expectativas empresariales internas. La dinámica de crecimiento de la industria para el país fue potencializándose FEDESOFTEC, (2008) & PROEXPORT, (2008), afirmaron para el 2004 se observó la creación de un 16% de nuevas empresas de software y un 18% de nuevos empleos respecto al año anterior. De igual manera entre 2005 y 2007 la industria de software tuvo un crecimiento del 26% y los empleos aumentaron en un 40%. SOFTIC, (2009), afirma que en los años 2007 y 2008 Colombia obtuvo un crecimiento del mercado de un 7 %; para el año 2009 y se espera que esta cifra crezca 7% y 8% cada año.

Según datos reportados por ESI (2008), en el año 2005 en Colombia el sector Software estaba constituido por 561 empresas, donde el 97% de dichas empresas eran nacionales y el 3% estaba constituido por empresas extranjeras. Para el año 2008 el país contaba con 700 empresas de Software, las cuales poseen un nivel de ventas creciente la **Figura 3.1**. Proporciona información acerca del comportamiento de las ventas tanto de las empresas nacionales como las extranjeras desde 2005 a 2008.

FEDESOFTE (2008), reportó información que afirmaba que varias empresas nacionales de la industria contaban con posicionamiento en el mercado extranjero donde prestan servicios asociados a la industria y realizan desarrollos de software a la medida y que el 50% de las exportaciones que la industria realiza provienen de las ventas internacionales de las multinacionales pertenecientes al sector software del país (FEDESOFTE, 2009).



**Figura 3-1:** Comportamiento de ventas de software en Colombia (2005-2008).  
**Fuente:** FEDESOFTE (2009)



**Figura 3-2:** Exportaciones de las empresas en Colombia (2000-2009).  
**Fuente:** DANE (2010)

Castellanos et al. (2009), consolida una representación de la industria en Colombia (ver **Figura 3.3**), la cual fue validada por los actores del sector quienes son realmente los conocedores de la industria nacional. Esta representación se presenta bajo el concepto de red de valor debido a la complejidad del sistema, el cual ha sido adaptado por otras industrias del sector de las tecnologías de la información como las comunicaciones móviles (Peppard, 2006) y empresas como CISCO (Schieffer, 2004).

Dicha representación contiene todas las actividades principales de la industria donde se clasifican de acuerdo a la orientación de su objeto de trabajo; de esta forma cuando se trata de generación de productos de *software* se habla de desarrollo de *software*, si se habla en términos de actividades necesarias para su implantación, mantenimiento u operación se enfoca en prestación de servicios de *software*; para las actividades relacionadas con el mercadeo y distribución tanto de productos de servicios de *software* se denominan actividades de Comercialización y distribución de *software*; a las actividades que se relacionan con la generación del marco teórico y conceptual de la industria se le denominan actividades de desarrollo teórico de la ingeniería de *software*.

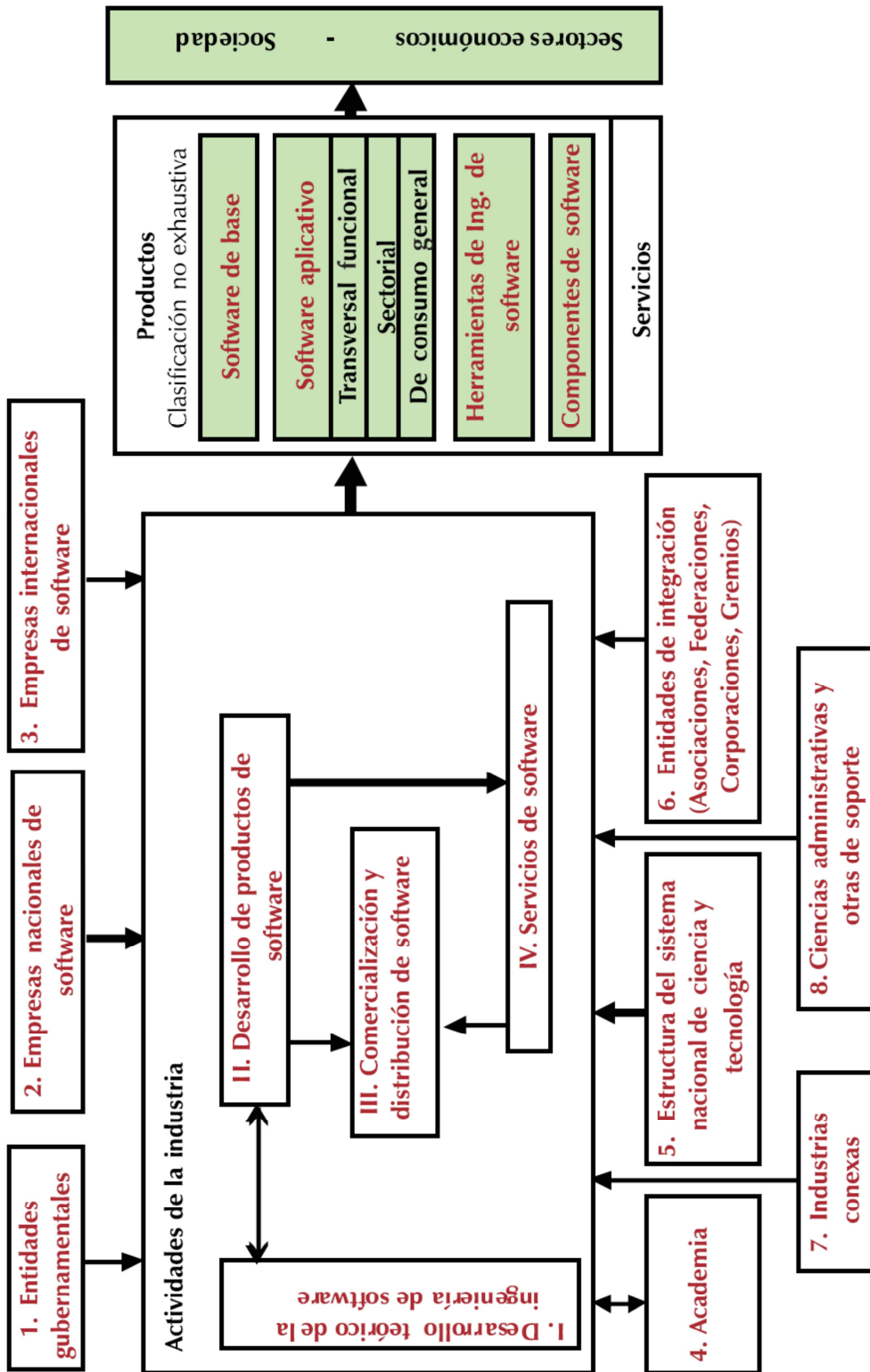


Figura 3-3: Mapa de la Industria en Colombia.  
Fuente: Castellanos *et al.*, (2009)

La representación planteada por Castellanos et al. (2009), incluye otros actores como lo son:

**Entidades gubernamentales:** Son las entidades decisoras del Estado las cuales se encargadas de gestionar los espacios y recursos necesarios para un adecuado desarrollo de la industria.

**Empresas nacionales de software:** Esta constituida por el conjunto de empresas que son de origen colombiano las cuales desarrollan actividades relacionadas con la industria.

**Empresas internacionales de software:** Compreendida da por e conjunto de empresas de origen extranjero las cuales residen en el país y desarrollan actividades relacionadas con la industria y a su vez comercializan sus productos por medio de empresas nacionales.

**Academia:** universidades, grupos de investigación y los centros de formación avanzada.

**Estructura del SNCT (Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología):** Aquí se encuentran los centros de productividad, centros de desarrollo tecnológico, los parques tecnológicos, las incubadoras, así como los centros de formación o sistemas de integración.

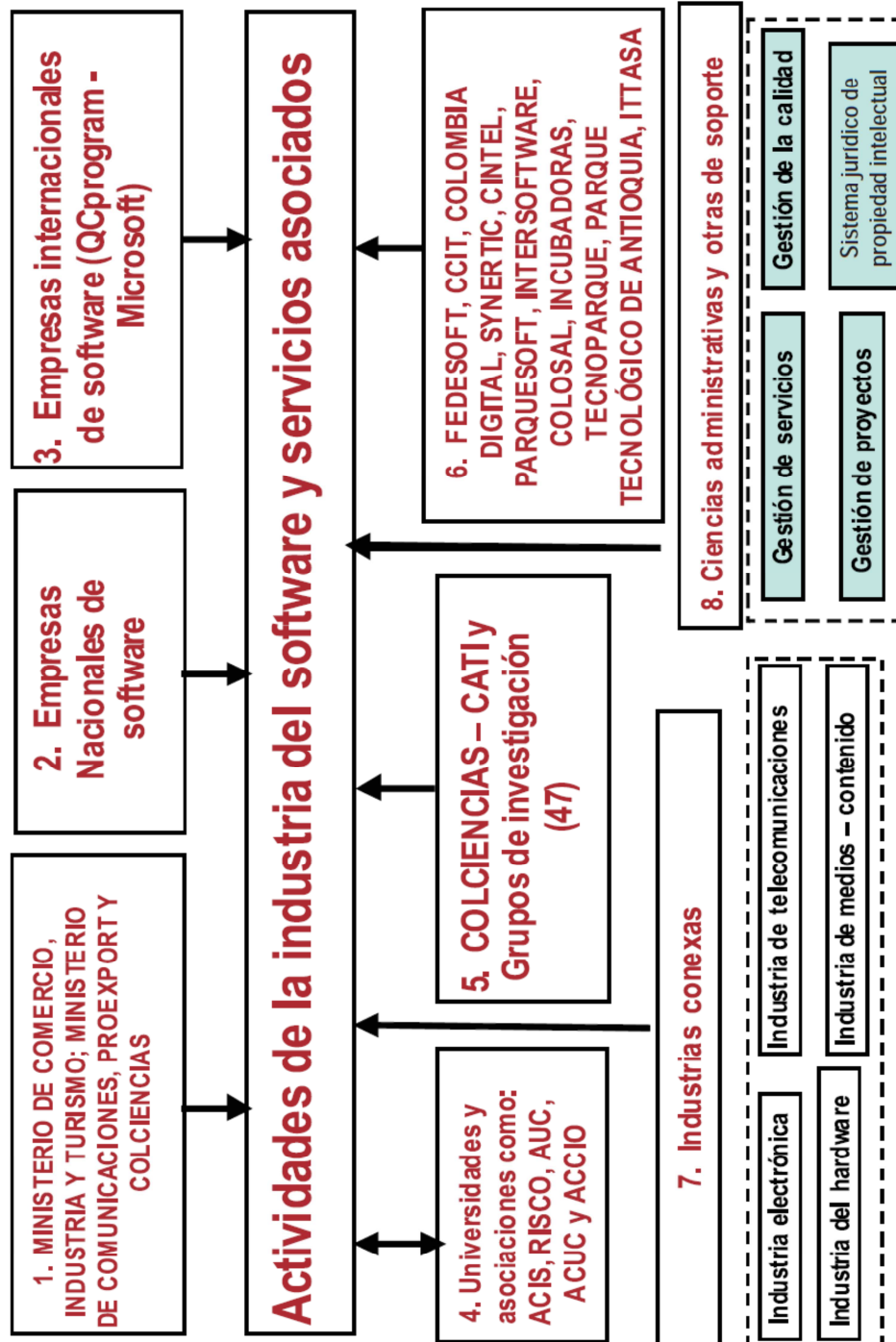
**Entidades de integración:** agrupaciones de empresas las cuales pueden ser gremios o corporaciones.

**Industrias conexas:** industrias que tienen una relación directa con la industria el SSA.

**Ciencias administrativas de soporte:** Son todas aquellas áreas que tienen actividad transversal dentro de la industria y sirven como soporte para mejorar la dinámica de la misma.

De igual modo Castellanos et al. (2009), proporciona información de las organizaciones que constituyen la industria colombiana del software (ver **Figura 3.4**), argumenta que dichas organizaciones deben fortalecer los mecanismos de representatividad considerando los aspectos ya generados y las actividades concretas que beneficien la industria lo cual se puedan crear mayores impactos y sinergias en todo el sistema.





**Figura 3-4:** Esquema del ambiente organizacional de la industria del SSA en Colombia.  
**Fuente:** Castellanos *et al.*, (2009)

### 3.3 Problemáticas que Rodean la Industria del Software en Colombia

Para consolidar un sistema como lo es la industria de software es conveniente potencializar los aspectos significativos para su desempeño y así se puedan tener mejor resultados en el país, múltiples estudios han identificado diversas problemáticas en el país tanto a nivel de empresa como de industria; Según (Castellanos et al., 2007; FEDESOFTE, 2008, 2009; McKinsey, 2008; Mincomercio, 2008a; PROEXPORT, 2008, 2009), estas problemáticas son: el sector posee un desconocimiento del proceso de exportaciones, los precios establecidos son poco competitivos para el mercado internacional, bajos estándares de calidad, inconvenientes con el idioma de los países a exportar y poca capacidad para realizar alianzas estratégicas.

En este mismo sentido FEDESOFTE (2009) & Observatorio nacional (2008), proporciona información, afirmando que en la industria se presentan dificultades para encontrar personal especializado para suplir la demanda de productos que debería ofrecer una rama de Software, de igual manera Colombia en el 2008, solo 6.804 cuentan con la educación formal en TI, quienes requieren entrenamiento adicional para poder cumplir los requisitos. Por otro lado según información proporcionada por el Ministerio de comercio, industria y turismo (2006) reporta que solo el 19% es bilingüe y no se cuenta con perfiles de gerentes de proyectos que el perfil es básicamente operativo.

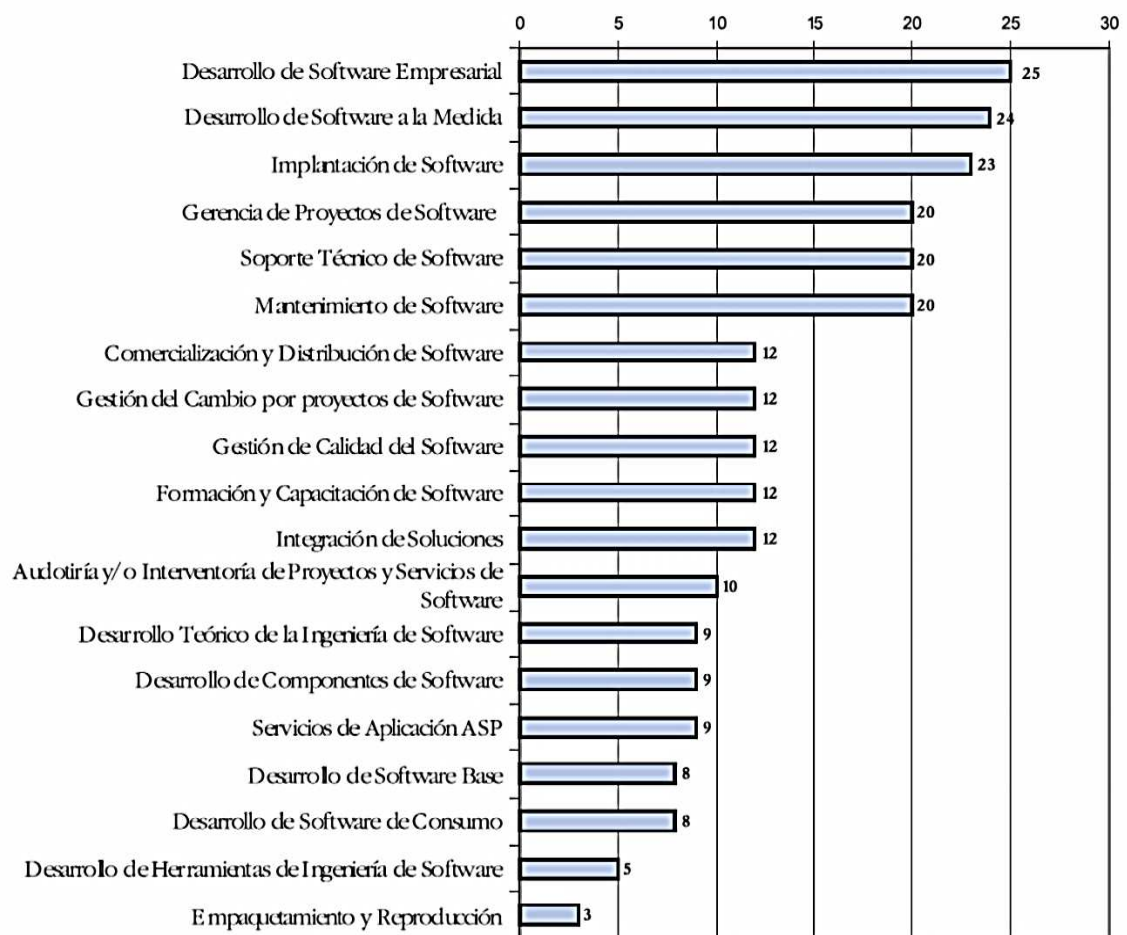
La problemática se potencializa debido a que la oferta estimada de técnicos, tecnólogos y profesionales de sistemas y electrónica no serán suficientes para suplir la demanda después del 2011 (Mincomercio, 2008).

### 3.4 Productos de la Industria de Software en Colombia

Según FEDESOFTE (2008), el Software se clasifica en dos tipos de acuerdo al grado de estandarización: Software empaquetado y Software a la medida.

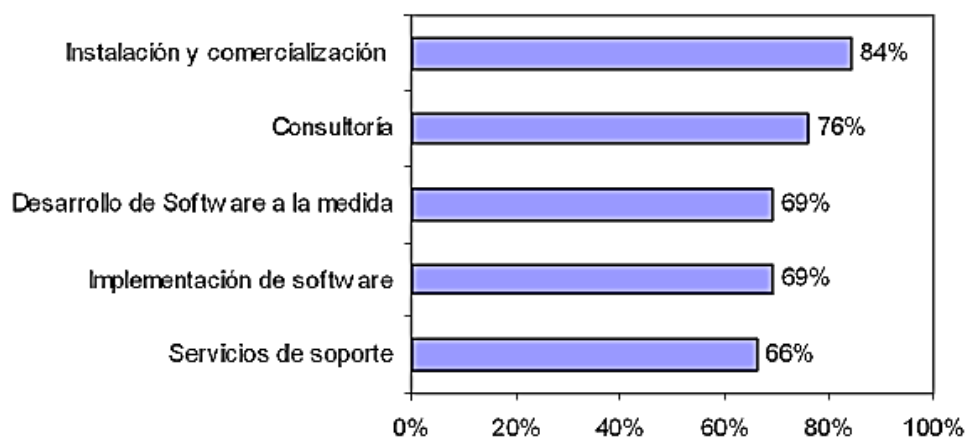
Estudios reportados por (ESI, 2008; ICEX, 2005), proporcionan información acerca de que son múltiples los servicios ofrecidos por parte de esta industria en cuanto lo relacionado al tema deservicios se encuentra la consultoría en sistemas, integración de sistemas, desarrollo de software, outsourcing de sistema, servicio de procesamiento, educación y capacitación, mantenimiento y soporte de equipo, mantenimiento y soporte de software, consultoría e integración de redes y administración de redes.

Según Castellanos et al. (2009), la industria del SSA desarrolla múltiples actividades entre las cuales se destacan tres actividades con mayor frecuencia de selección: Desarrollo de *Software* Empresarial, Desarrollo de *Software* a la medida e implantación de *software*. Por otra parte, aquellas actividades que resultaron con la menor frecuencia de selección fueron el empaquetamiento y la reproducción con un 1,17%, el desarrollo de herramientas de Ingeniería de *software* con un 1,95%, desarrollo de *software* de consumo y el desarrollo de *software* base con un 3,11% cada una (ver **Figura 3.5**).



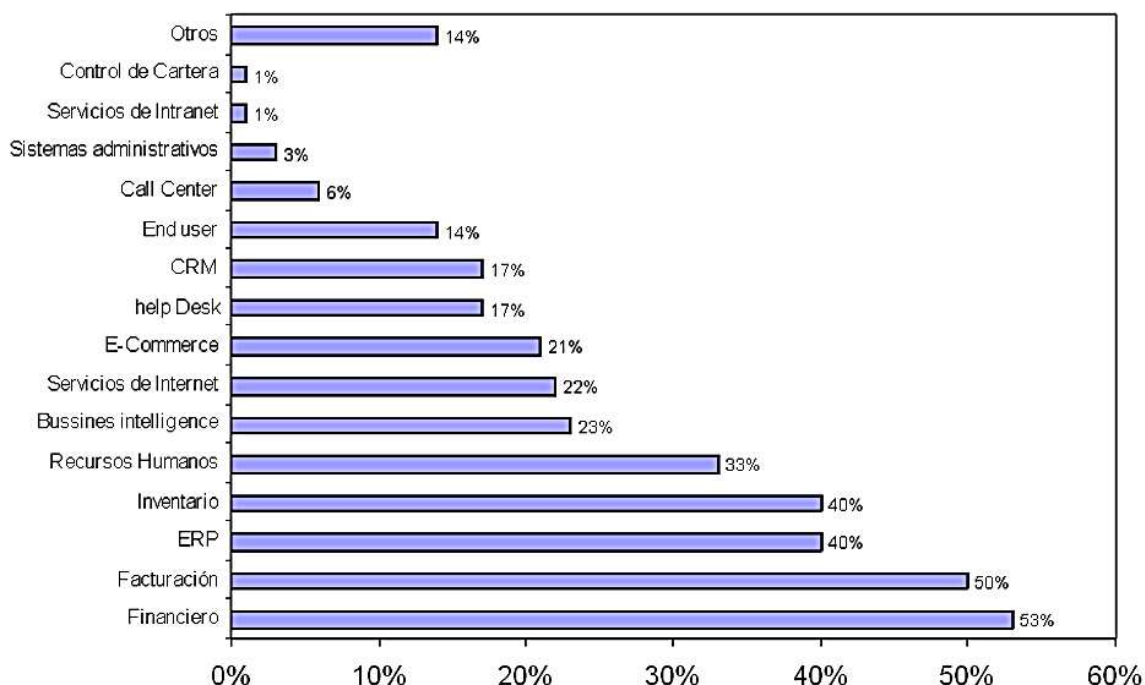
**Figura 3-5:** Actividades de la Industria del SSA.  
**Fuente:** Castellano et, al. (2009)

Puntualizando en el caso colombiano FEDESOFTE (2009), ha reportado que se han identificado actividades a la que se dedica las empresas pertenecientes a la industria del software en el país, reportando que existen 162 empresas de Instalación y Comercialización, 146 empresas de Consultoría de TI, 133 empresas se dedican al desarrollo de software a la medida, 133 empresas a implementación de software y 127 empresas se dedican a prestar servicios de soporte (ver **Figura 3.6**).



**Figura 3-6:** Actividades empresas de software en Colombia.  
Fuente: ESI (2008)

PROEXPORT, (2009) reportó que el sector real y de servicios son los que demandan las principales aplicaciones de software comercial producidas por las colombianas (ver **Figura 3.7**), en los que se identifican soluciones para automatizar los procesos financieros, facturación y ERP, además la adecuación de estos productos a los requerimientos locales, y al desarrollo de aplicaciones y portales de Internet (Datanalisis, 2005).



**Figura 3-7:** Tipo de aplicaciones desarrolladas por las empresas de software en Colombia.  
Fuente: Datanalisis (2005)

---

Según FEDESOFTE (2008) para el caso de Colombia, el sector del software está representado por aquellas empresas cuya actividad económica corresponde a la categoría de Consultoría en Programas de Informática y Suministro de Programas de Informática. Donde algunas de las empresas nacionales ya se encuentran posicionadas en el mercado internacional como prestadoras de servicios y desarrolladoras de software a la medida (FEDESOFTE, 2008).

### 3.5 Recurso humano un Factor clave en la Industria del Software en Colombia

Las empresas pertenecientes a la industria de software en Colombia requieren de un capital humano que posea diversas habilidades que permitan el buen funcionamiento de la misma, Según PROEXPORT, (2008) múltiples autores (Burgelman et al., 2008; Capaldo et al., 2003; DNP, 2007; Manu and Sriram, 1996; Sterlacchini, 1999; Torrisi, 1998), afirman que el recurso humano que pertenezca a esta industria debe tener una buena formación en aptitudes básicas en matemáticas, economía, administración, contaduría. Igualmente contar con capacidades para la gestión y la investigación, con certificado en el manejo de herramientas, dominar un segundo idioma y tener experiencia en el área de mercadeo y ventas, lo cual permite que la industria pueda proveer productos especializados que demanda el mercado.

Según el DNP (2007), Colombia posee 7.395 profesionales en el campo del software y actividades relacionadas, 1.730 tecnólogos, 1.320 posgraduados, 1.248 bachilleres, 1.118 Técnicos en el 2007. Solamente 3.261 de estas personas son bilingües, lo que ha conllevado a que las empresas pertenecientes a la industria implementen estrategias para la generación de habilidades bilingües para competir en los mercados extranjeros (McKinsey, 2008).

La **Figura 3.8**, proporciona información acerca de la demanda y la oferta del recurso humano de la industria, la oferta ha sido suficiente hasta 2009, la demanda no alcanzaría a ser cubierta por la oferta de recursos humanos según el estado actual de la misma.

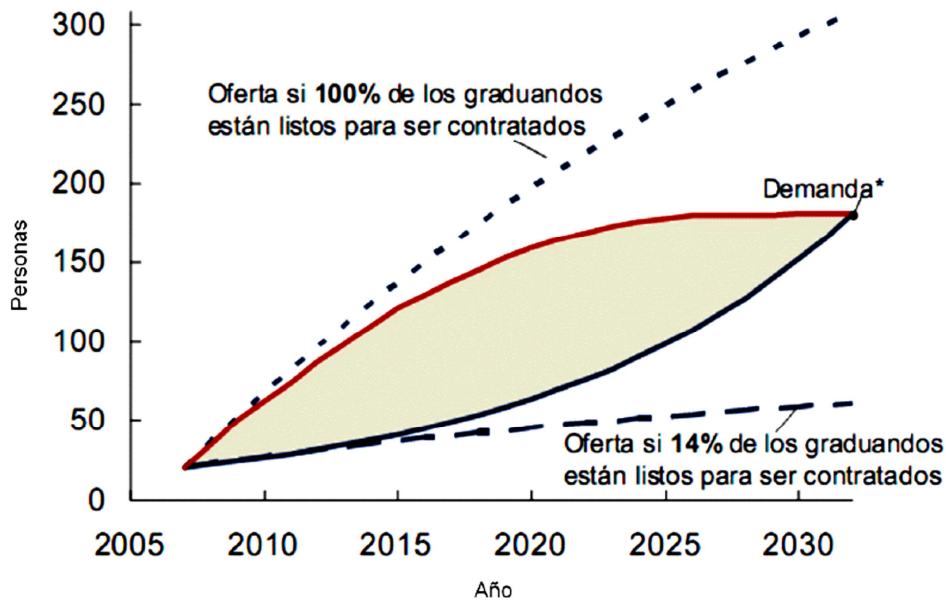


Figura 3.8:

Figura 3-8: Demanda y oferta de recursos humanos en Colombia (2005-2030).  
Fuente: Mincomercio (2008)

En la **Figura 3.9**, se puede evidenciar que en el año 2002 se registró un mayor número de egresados de ingeniería de sistemas que de áreas técnicas, al año 2006 se cuenta con personal más calificado y con un perfil más amplio y acertado que suple la demanda de la industria PROEXPORT (2009).

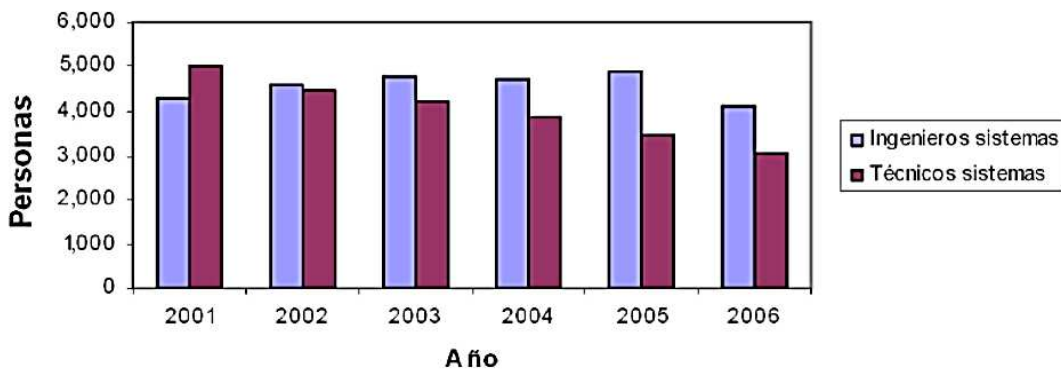


Figura 3-9: Ingenieros y tecnólogos en Colombia (2001-2006).  
Fuente: PROEXPORT(2009)

## Capítulo 4

# Sistemas Adaptativos Complejos (SAC)

### 4.1 Generalidades de los Sistemas Adaptativos Complejos

Según Santos (2007), existen en la naturaleza fenómenos igualmente complejos, que han despertado el interés de muchas disciplinas científicas. Un intento por integrar posturas y construir un marco riguroso desde el poder estudiar la complejidad de muchos sistemas lo encontramos en el concepto de *sistemas adaptativos complejos* (SAC).

Un Sistema Adaptativo Complejo (SAC) es un conjunto de agentes individuales interactuando entre sí y con su entorno, y que conforman un organismo capaz de auto organizarse y evolucionar (Pezzella, 2004).

Según Holland (2002), un Sistema Adaptativo Complejo (SAC) se caracteriza por:

Un conjunto de elementos constituyentes que denominamos **agentes** (en nuestro caso empresas de software), además por las **interacciones** entre ellos mismos y con el entorno (en nuestro caso la interacciones que se presenta entre las firmas de software y las interacciones que dichas firmas tienen con los entes que se involucran con la industria), dichas interacciones pueden describir mediante reglas del tipo condición/acción; seguido por el **aprendizaje** y las **modificaciones de las reglas** por parte de los agentes (empresas de software) teniendo en cuenta su experiencia y diferentes estrategias de búsqueda e innovación.

Los agentes son los componentes de toma de decisiones en sistemas adaptativos complejos. (North & Macal 2007).

Para Wooldridge & Jennings, (1995), las características de un agente pueden resumirse en:

*Autonomía* que muestra como el agente tienen algún tipo de control sobre sus acciones y estados internos, *Habilidad social* que establece la capacidad de interactúan con otros agentes, *Reactividad* que es la respuesta de los agentes a los estímulos del entorno y por último la *Proactividad* que muestran intencionalidad dirigiendo sus acciones a la consecución de sus objetivos.

Según las características mencionadas anteriormente al analizar la industria de software colombiana como un sistema adaptativo complejo, se puede afirmar que las empresas de software demuestran autonomía cuando tienen la capacidad de tomar decisiones para la definición estratégica de la misma y la búsqueda de destrezas competitivas que les permitan adquirir habilidad social de interactuar con el entorno en el que se desenvuelven y la capacidad de adaptarse a los cambios del mismo generando reactividad oportuna a los requerimientos competitivos a los que se enfrentan en aras de lograr los objetivos propuestos.

## 4.2 Propiedades de los Sistemas Adaptativos Complejos

Santos (2007), se basa en estudios realizados por diversos autores y argumenta que los Sistemas Adaptativos Complejos poseen algunas propiedades importantes las cuales se describen a continuación:

**La descentralización**, esta propiedad argumenta que no existen entidades centrales que planifiquen ni dirijan el comportamiento del sistema, sino que éste es resultado de los comportamientos individuales de los agentes. Para esta propiedad plantea el ejemplo de la dinámica de los mercados financieros y argumenta que generalmente que los agentes económicos muy heterogéneos actúan con autonomía siguiendo sus propios objetivos Basado en lo descrito por Pajares *et al.* (2005). Otra propiedad es la **auto-organización**, la el autor la describe como la capacidad que tienen los agentes de organizarse por sí mismos y construir grupos o asociaciones más complejas. La ejemplifica con el caso de las redes sociales a las que cada vez se da más importancia en el estudio de muchos sistemas complejos basado en lo Newman, (2003). Igualmente resalta la propiedad de la **realimentación positiva**, en donde los efectos de los comportamientos de los agentes en ocasiones pueden reforzar positivamente los comportamientos iniciales, y la argumenta con el ejemplo en que la realimentación es una propiedad muy semejante al concepto de rendimientos crecientes, ya comentado en esta tesis, y que encontramos en muchos fenómenos económicos basado en Arthur (1989).

## 4.3 Modelación Basada en Agentes

La complejidad de los SAC requiere de técnicas y herramientas de investigación que permita la validación a través de modelos, entre estas técnicas sobresale el *Modelado*



*Basado en Agentes (ABM)*, que se caracterizan por su naturaleza descriptiva y constructivista, esta técnica permite hacer una traducción fiel de la realidad constituyente del fenómeno observado en un modelo computacional, cuya evolución depende del comportamiento individual de los agentes y sus correspondientes interacciones.

Según Bandini et, al. (2009). Los modelos basados en agentes (ABM) se pueden considerar modelos de sistemas complejos, el enfoque ABM considera que los fenómenos simples y complejos pueden ser el resultado de las interacciones entre las entidades autónomas e independientes (es decir, agentes) que operan dentro de las comunidades, de acuerdo con diferentes modos de interacción.

Basado en Axelrod (1997), se puede afirmar que la simulación a partir de modelos ha demostrado ser bastante exitosa como estrategia investigativa e instrumento de planeamiento gerencial.

Gary et al, (2008), proporciona bases para afirmar que la simulación tiene una larga historia en el análisis estratégico del crecimiento de diferentes sectores, para Axelrod (1997), la simulación puede ser vista como una tercera manera de hacer ciencia y como tal, puede ser contrastada con los dos métodos estándares de inducción y deducción este autor indica que, mientras la inducción puede ser usada para encontrar patrones en los datos, la deducción para encontrar consecuencias de las suposiciones, la simulación puede ser usada como ayuda para la intuición.

Un modelo de simulación basada en agentes se puede definir como una colección de agentes heterogéneos, inteligentes y de interacción, que operan y existen en un entorno compuesto de agentes (Axelrod, 1997; Epstein y Axtell, 1996).

Según Santos, (2007), El *modelado basado en agentes (ABM)* constituye una técnica de modelado en la que se establece una correspondencia directa entre los elementos del entorno que constituyen el sistema observado y los agentes del modelo representativo.

La gran diferencia frente a otras técnicas de modelado es su naturaleza descriptiva ya que en la medida de lo posible el desarrollador trata de hacer una traducción fiel de la realidad del fenómeno observado en un modelo computacional, cuya evolución depende del comportamiento individual de los agentes y las correspondientes interacciones (Santos, 2007).

### 4.3.1 Características de los Modelos Basados en Agentes

Un MBA constituye la herramienta de modelado natural para el estudio de SAC, en la medida en que el modelo basado en agentes exhibe importantes propiedades (Epstein, 1999):

**Heterogeneidad:** en un modelo se respetan las características propias de cada agente.

**Autonomía:** los agentes actúan de forma autónoma, aunque sin olvidar los condicionamientos del entorno que forma de normas, instituciones sociales o económicas, etc.

**Un espacio explícito:** un modelo basado en agentes permite capturar el entorno donde se desenvuelven los agentes, no solo puramente geográfico si no también social y cultural.

**Interacciones locales:** se modelan todos los posibles contactos e intercambios entre los agentes y el entorno que a priori pueden condicionar significativamente el comportamiento del sistema.

**Racionalidad limitada:** los agentes disponen de una información imperfecta acerca del sistema y del conjunto de agentes, y además, están dotados de unas capacidades limitadas no siempre igualmente repartidas.

Al revisar la literatura relacionada con respecto a la modelación basada en agentes (Macal & North, 2010; Quezada & Canssa, 2010; Duncan, 2010; Windrum & Fagiolo & Moneta, 2007; Bonabeau, 2002; Galan, 2001 ) se puede observar gran coincidencia con relación a los componentes que integran o conforman un modelo basado en agentes el cual se puede decir que consta de los elementos que se describen en la **Tabla 4.1**.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UN MBA	
Elementos	Descripción
Un conjunto de agentes, sus atributos y características	Los agentes son los componentes del sistema, los cuales poseen con un conjunto de atributos o características de comportamiento, en este sentido se podría afirmar que el atributo es lo que hace que un agente se diferencie de otro. Estas características incluyen reglas de decisión para seleccionar las acciones, la capacidad de adaptación, aprender de las experiencias, las capacidades de percepción para percibir el entorno en el que se desenvuelve que en última los conllevan a la toma de decisiones.
El entorno	Es el espacio en el que desenvuelven los agentes, es decir su ambiente.
Conjunto de interacciones: Las conexiones que presentan las interacciones entre agentes, y entre los agentes y el entorno	Las interacciones son aquellas que definen la estructura de interacción, lo cual dicha estructura incluye los protocolos de comunicación, que describen los mecanismos utilizados por los agentes para comunicarse.
Acciones y Reglas de acción	Son entendidas como las normas que rigen su comportamiento y capacidad de toma de decisiones. Los agentes utilizan un conjunto de acciones que deben llevarse a cabo con el fin de lograr sus objetivos. Ellos pueden aprender y adaptarse al medio ambiente. En este sentido se puede decir que los agentes poseen un conjunto de reglas o patrones de comportamiento que les permiten tomar la información, procesarla lo cual genera un aprendizaje, luego efectuar cambios en el ambiente exterior de acuerdo a su aprendizaje.

**Tabla 4-1:** Elementos Básicos de un MBA.

**Fuente:** Basado en Macal & North, 2010; Quezada & Canssa, 2010; Duncan, 2010; Windrum & Fagiolo & Moneta, 2007; Bonabeau, 2002; Galan, 2001.

Para Santos (2007), el estudio de un modelo basado en agentes se lleva a cabo generalmente mediante simulación computacional, de ahí que se utilice también el término de *simulación computacional basada en agentes*.

## 4.4 Metodología de la Modelación Basada en Agentes

Santos (2007), argumenta que todo modelo basado en agentes comienza con la identificación y posterior implementación mediante software de las entidades individuales o agentes que participan, así como de sus relaciones e interacciones, para finalmente estudiar los fenómenos que emergen mediante simulación computacional. Santos (2007), proporciona información de la metodología del ABM en la **Figura 4.1**, a partir de trabajos realizados por múltiples autores Galán (2007), a partir de (Gilbert & Troitzsch, 1999; Edmonds, 2001):

Los pasos que se deben tener en cuenta como metodología según Santos (2007) son:

Observación de un determinado fenómeno, la abstracción de los elementos más importantes y la formulación de las principales hipótesis de investigación.

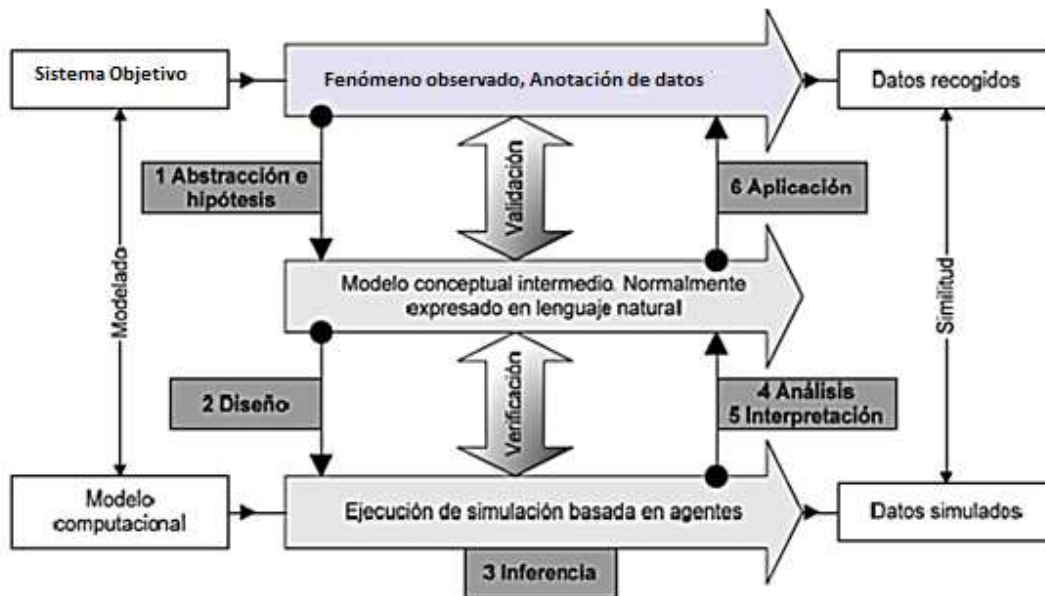
Diseño, propiamente modelado, en el que se formaliza un modelo basado en agentes y se implementa su correspondiente expresión computacional.

Diseño de experimentos para obtener los resultados de simulación necesarios para hacer la correspondiente inferencia.

Tratamiento y análisis los resultados mediante técnicas estadísticas adecuados.

Interpretación y obtención de las conclusiones más importantes, que suelen confirmar o rebatir las hipótesis iniciales.

Aplicación del conocimiento obtenido al sistema objetivo que hemos estudiado mediante simulación computacional basada en agentes.



**Figura 4-1:** Metodología del desarrollo de un modelo basado en agentes.  
**Fuente:** Galán ( 2007), a partir de (Gilbert & Troitzsch, 1999; Edmonds, 2001).

Galan (2007), a partir de Axelrod (1997), afirma que después de la implementación del modelo basado en agentes las etapas posteriores al diseño de este resultan especialmente importantes, las cuales son su análisis y la difusión de resultados.

## 4.5 Ventajas de la Modelación Basada en Agentes

Santos (2007), describe múltiples ventajas que otorga la utilización de la Modelación Basada en Agentes basado en diversos autores:

La potencia de Modelación basada en no solo radica en que el proceso de modelado es tanto más fiel a la realidad, ya que este tipo de modelado recoge con más detalle las características de las partes que lo integran, y además permite disponer de herramientas a modo de laboratorios experimentales tan deseables desde disciplinas científicas como las ciencias sociales, que hasta el momento han carecido de ello.

La utilización de la modelación basada en agentes no está reñida con el empleo de otras técnicas como las analíticas. Esto lo argumenta con lo descrito por Axtell, (2000) propone diferentes aplicaciones del ABM que complementan y mejoran el análisis matemático. Por ejemplo, en el caso de modelos matemáticos completos podemos utilizar la simulación basada en agentes como técnica de Monte Carlo para contrastar experimentalmente las conclusiones demostradas analíticamente, o también para representar de manera visual los resultados matemáticos.

## Capítulo 5

# Estrategias de Innovación

### 5.1 Introducción

El entorno dinámico en el que se encuentran las empresas hace que estas deban de poseer un amplio conocimiento de ellas mismas, así mismo como de los factores que se consideran claves para tener éxito, y que las conlleven a posicionarse competitivamente en el mercado y sostenerse en el.

Autores como (Chandler, 1962; Ansoff, 1965), afirman que la estrategia y la innovación son elementos clave para la competitividad de la empresa, ya que la innovación genera a la organización la posibilidad de responder a los cambios del mercado lo que le permite mantener su posición competitiva. La implantación de la estrategia, dependerá tanto de factores de orden interno (la forma de operar del empresario en su entorno, sus propias capacidades y las de los recursos humanos de la empresa) como de factores externos tales como, la evolución del ciclo económico, la posición de la competencia y las oscilaciones de la demanda (Thompson y Strickland, 1993).

En busca de sobrevivir en el mercado competitivo las organizaciones han desarrollado la manera de buscar y adquirir conocimiento tecnológico lo cual en últimas se convierte en un aspecto fundamental para la estrategia de innovación de la empresa, estas se han visto obligadas no solamente a general el conocimiento requerido o buscar maneras de adquirirlo de fuentes externas sino también ha estructurar la manera de seleccionar mecanismos adecuados que le permitan acceder a dicho conocimiento, muchos de estos mecanismos han sido reportados en la literatura como estrategias de innovación o estrategias tecnológicas cual se convierte en un aspecto de interés ya que se ha convertido en un punto de partida para el análisis de las estrategias que deben ser implementadas en las empresas para la obtención de ventajas competitivas.

Davila et al. (2006), la estrategia empresarial de cualquier empresa está orientada a ganar y la innovación es un elemento fundamental para el éxito a largo plazo.

Al respecto, la literatura reporta que la principal dimensión estratégica de toda empresa tiene que ver con los productos que constituyen la esencia del negocio, los procesos para producirlos, y los mercados abiertos para los mismos. La mezcla producto- proceso-mercado es, entonces, la decisión estratégica básica de toda empresa, a la cual nos referiremos en lo sucesivo en términos de “estrategia de innovación”, en tanto que es el proceso de innovación empresarial el que da cuenta e integra estos tres elementos básicos que identifican a cada empresa. En este sentido, puede decirse que toda empresa trabaja sobre la base de una estrategia de innovación, aunque muchas veces no sea una estrategia consciente y explícita.

La innovación debe ser asumida seriamente por las empresas a través de sus procesos de gestión. Ello exige, como todo desafío trascendente de gestión, asumir la innovación desde una doble perspectiva: estratégica y táctica. La perspectiva estratégica implica abordar dimensiones de la actividad empresarial en las que la organización compromete sus posibilidades de existencia y éxito futuro a través de orientaciones y decisiones irreversibles o que pueden representar altos costos para la organización en términos de recursos, oportunidad y tiempo. En cambio, la perspectiva táctica u operativa orienta sus objetivos hacia el desarrollo exitoso de aquellas actividades que, en el corto plazo y de manera conjunta, contribuyen a la implantación de las orientaciones y decisiones estratégicas (Robledo, 2010).

## **5.2 Concepto de Estrategia de Innovación**

Según Porter, (1990), se puede definir la estrategia competitiva como el conjunto de acciones implementadas por una empresa con el objetivo de mantener o expandir su posición en el mercado con relación a esta definición se puede decir que la estrategia de innovación es un tipo de estrategia competitiva la cual se establece con el objeto de obtener ventajas competitivas que fortalezcan el desarrollo de nuevos productos o procesos, los cuales otorguen a las empresas diferenciación en el ambiente competitivo en donde se desenvuelven.

Otra definición para el concepto de innovación es propuesta por los autores Dyer y Song (1998) quienes afirman que la estrategia de innovación es la postura innovadora de la empresa en términos de desarrollo de nuevos productos y mercados respecto a su entorno competitivo.

Diversos autores han explorado el concepto que enmarca lo relacionado a la importancia de la estrategia de innovación, en este orden de ideas Swan & Allred, (2003) proporcionan una definición acerca de dicha importancia, ellos afirman que el objeto fundamental de la estrategia de innovación es el proceso de guiar a la empresa en la adquisición, desarrollo y aplicación de la tecnología para generar una ventaja competitiva.

Los autores Tidd & Bessant (2001) consideran que la estrategia de innovación tecnológica es un proceso continuado de acumulación de conocimientos la cual conlleva a la generación de nuevos productos y procesos.

Aportes importantes como el de Bone & Saxon (2000), han fortalecido el concepto relacionado con la importancia de la estrategia de innovación ellos afirman que dicha importancia reside en que debido a la presión del mercado para generar ventajas competitivas, las empresas optan por la generación de éstas a través del desarrollo de innovaciones tecnológicas.

### 5.3 Dimensiones y Tipos de Estrategias

Para comprender el papel de la estrategia de innovación en el fortalecimiento competitivo de la industria de software en Colombia, es importante abordar la temática con relación a la estrategia de innovación con respecto a múltiples dimensiones, nos remitiremos a estudios realizados por Zahra et al. (1994), quien afirma que la estrategia tecnológica es la suma de las decisiones de la empresa con respecto a diferentes dimensiones de la estrategia de innovación, diversos autores (Porter, 1987; West, 1992; Zahra y Das, 1993; Gopalakrishnan, 1995), coinciden en que la estrategia de innovación tecnológica es un concepto multidimensional; lo que conlleva a pensar que su configuración se asocia a un conjunto de dimensiones.

Con relación a las dimensiones asociadas a la estrategia de innovación tecnológica, aportes hechos por Zahra et al. (1993), quien considera que dichas dimensiones se centran en la postura tecnológica, los tipos de innovación, las fuentes de innovación y el nivel de inversión en innovación las cuales se detallan en la Tabla 2.

Sin embargo, el concepto de las dimensiones que abarcan a la estrategia de innovación se puede fortalecer con aportes significativos como el de los autores Chiesa & Manzini (1998), Christensen (1995) y Robledo (2010) quienes enfatizan que una estrategia de innovación puede basarse en la acumulación de capacidades lo cual hace énfasis en la habilidad de la empresa para desarrollar diferentes actividades que conducen a la innovación tecnológica. Además, para que la empresa consiga el éxito a largo plazo, las capacidades de innovación tecnológica deben presentar un equilibrio, tanto entre los tipos de aprendizaje, grados de dificultad, como entre el aprendizaje interno y el aprendizaje derivado de la relación con otras organizaciones (Chiesa y Barbeschi, 1994; Christensen, 1998).

Es este orden de ideas se puede afirmar que son muchos los factores determinantes para la innovación agrupados en un conjunto de capacidades; sin embargo no existe un factor único que explique la capacidad competitiva de una organización, sino que esta se encuentra condicionada por un conjunto de circunstancias complejas que se logran a través de la interacción entre todos los actores que hacen parte de un sector industrial en particular. lo que se trata ante todo es de conseguir niveles de eficiencias que le permitan a las organizaciones ubicarse en posiciones de mercados más favorables y permanentes que sus competidores obteniendo de esta forma una supremacía de mercado lo que presupone una relación existente entre tecnología, transformación productiva y competitividad.

<b>DIMENSIONES ASOCIADAS A LA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA</b> Basado en Zahra et al. (1993)	
Postura tecnológica	La postura de innovación tecnológica ha sido abordada por diversos estudios (Porter, 1987; Utterback, 1994; Zahra, 1996; Parker, 2000; Donate, 2005), lo que lo convierte en un tema ampliamente estudiado. Cuando se habla de la dimensión de postura tecnológica múltiples autores (Zahra et al, 1994: Das et al, 1998) afirman el término hace referencia a la postura adoptada por la empresa en relación con sus actividades de innovación en términos de productos o tecnologías de proceso, con el objeto de fortalecer o defender su posición en el mercado competidor. Lo cual indica si la empresa adopta una postura tecnológica de pionero o seguidor (Porter, 1987).
Tipos de innovación	En cuanto a lo relacionado con la dimensión tipo de innovación la literatura nos proporciona el concepto de que esta se refiere al énfasis de una empresa en cuanto a las tecnologías de producto y de proceso (Zahra; 1996). Lo importante de esta dimensión reside en debido al gran alcance que las implicaciones de los tipos de innovación pueden tener en la efectividad de la organización ( Zahra et al.1994)
Fuentes de innovación	La dimensión fuentes de innovación hace referencia al lugar en el que se produce el desarrollo de las actividades de innovación de la empresa.
Nivel de inversión en innovación	Según Zahra et al. (1993), la dimensión nivel de inversión e innovación hace referencia las inversiones financiera como lo son los gastos de I+D y la adquisición de innovaciones de fuentes externas, las inversiones en tecnológica dado por los gastos en equipos para la innovación y en capital humano, relacionadas con el desarrollo de las actividades de innovación.

**Tabla 5-1:** Dimensiones Estrategias de Innovación.

**Fuente:** Basado en Zahra et al. (1993)

La estrategias de innovación puede ser abordada desde el punto de vista de las capacidades de Hacer y la de Comprar I+D, se analizará estudios realizado por diversa autores (Murray et al. 1995; Veurgelers y Cassiman, 1999; Cho y Yu 2000; Mol 2005) afirman que existen decisiones estratégicas de innovación, como lo es la capacidad de Hacer I+D y la de Comprar I+D.

Para Mol, M.J. (2005) & Gutierrez & Fernandez, (2009), como estrategias de innovación se tienen en cuenta el desarrollo interno de actividades de I+D (estrategia de *hacer*) y la adquisición de conocimiento externo, bien sea a través de transacciones de mercado (estrategia de *comprar*). La estrategia de *hacer* está directamente relacionada con el uso de las fuentes internas de conocimiento, mientras que la estrategia *comprar* lo está con la explotación de las fuentes externas.

Las empresas se encuentran en un ambiente altamente competitivo lo cual trae como consecuencia que estas se vean obligadas a buscar mecanismo para el desarrollo de innovaciones tecnológicas, en consecuencia con los autores se puede argumentar entonces que las innovaciones a las que las empresas se ven sometidas para sobrevivir



en el mercado altamente competitivo pueden darse de diversas formas, una de estas puede ser de forma interna en la empresa lo que dicho en otro nombre podríamos decir que es *Hacer I+D*, manera podría ser de forma externa a lo que se le puede denominar *Comprar I+D*.

En este sentido se puede afirmar que si una empresa quiere fortalecerse en actividades de innovación deberá establecer capacidades de I+D como actividad primordial dentro del core del negocio, Según West, (2002), el desarrollo interno de I+D, establece un soporte de conocimientos únicos, lo cual permite una valoración objetiva de las necesidades de innovación, construye competencias básicas y a su vez constituye experiencia para la compañía y la hace avanzar. Sin embargo, Kessler & Bierly, (2002), argumentan que la externalización de la I+D posee ventajas, afirma como ventaja fundamental que la externalización es más segura ya que los resultados son más seguros ya que la tecnología fue desarrollada y probada.

Hagedoorn, (1993) & Quinn, (2000), argumentan que la externalización de las actividades de I+D se puede considerar como un sustituto del conocimiento interno de la empresa, debido a que la compra de I+D permite que se cree un acceso a nuevas áreas de conocimiento (Haour, 1992) mediante las redes productivas creadas (Nishiguchi, 1994).

iKurokawa, 1997, Afirma que las empresas necesitan tener la habilidad para dibujar sus estrategias aprovechando el desarrollo interno y externo de I+D, lo que conlleva a pensar que las empresas deben buscar la forma de complementariedad entre las dos estrategias de innovación (Gambardella, 1992; Veugelers y Cassiman, 2006).

Cuando se combinan las estrategias Hacer y Comprar resulta una tercer estrategia Fey & Birkinshaw, (2005) afirman que las innovaciones ocurren principalmente de la combinación de recursos, ideas y tecnologías, es decir de las capacidades dinámicas de la organización.

Otros autores tal como Freeman (1982), entregaron aportes significativos con relación a los tipos de estrategias de innovación las cuales se describen en la **Tabla 5.2**.

TIPOS DE ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN	
Freeman (1982)	
Ofensiva	La estrategia innovadora ofensiva hace referencia en el como las empresas deben actuar como líder tecnológico, mediante la introducción continua de nuevos productos y la creación de nuevos mercados.
Defensiva	La estrategia innovadora defensiva Hace referencia en el como las empresas deben de trata de seguir al líder y es propio de las empresas que no quieren ser las primeras del mercado, pero tampoco desean quedarse rezagadas.
Imitativa	La estrategia imitativa Hace referencia en el

	como las empresas imitan la actuación de otras empresas en un entorno delimitado y protegido de la competencia por diversos factores.
Dependiente	La estrategia oportunista hace referencia en el como las empresas deben entrar en un mercado aprovechando sus puntos mas débiles.
Tradicional	La estrategia dependiente hace referencia en el como las empresas deben establecer una relación estable y duradera con una o mas empresas clientes.
Oportunista.	La estrategia tradicional hace referencia en el como las empresas deben hacer siempre lo mismo y de la misma forma.

**Tabla 5-2:** Tipos de Estrategias de Innovación.

**Fuente:** Basado en Freeman (1982)

En la actualidad las empresas se enfrentan a mercados altamente competitivos y a su vez a las presiones de los clientes, es allí donde la implementación de estrategias de innovación juegan un papel fundamental en la dinámica organizacional que contribuyen al desarrollo competitivo de la empresa y a su vez en el desarrollo de las operaciones diarias de las organizaciones, Dichas estrategias deben ser construidas rápidamente y deben poseer la capacidad de adaptarse a los a los diversos procesos de la organización, a los requerimientos cambiantes de por parte de los clientes, y a su competencia.

En consecuencia a lo anteriormente descrito es importante que las empresas acumulen capacidades para el éxito competitivo que en últimas lo que busca es generar un adecuado desempeño innovador, es por ello que las capacidades dinámicas juegan un papel fundamental como base de la estrategia en la gestión empresarial, Teece, D. J. et al. (1997), define las capacidades dinámicas como la habilidad de la organización para integrar, construir y reconfigurar internas y externas competencias en ambientes de rápido cambio, es decir la habilidad de la organización para alcanzar nuevas formas de ventajas competitivas.

Sgún Teece et al. (1997) Las capacidades dinámicas incluyen procesos, posiciones y rutas; la ventaja competitiva de la organización depende de los procesos organizacionales y directivos, las ventajas de posicionamiento, y las trayectorias disponibles para ella. Los procesos describen los patrones de la práctica y el aprendizaje en una empresa es decir la forma en que se realizan las cosas en la organización lo cual puede ser relacionado con la rutina y con el aprendizaje organizacional; por posición se entiende los actuales atributos específicos, incluyendo los activos tecnológicos, intelectuales activos inmobiliarios y ventajas complementarias, base de clientes y sus relaciones externas con los proveedores de la organización; los caminos hacen

referencia a la se refieren a las alternativas estratégicas disponibles para la organización, estos están en función de sus actividades pasadas y posiciones (Teece et al., 1997).

De lo anteriormente descrito se puede afirmar que las empresas deben buscar múltiples mecanismo para obtener ventaja competitiva en el mercado en el cual se desenvuelven, estos mecanismo pueden ser traducidos como todas las estrategias que se deben implementar en aras de ganar una supremacía en el mercado.

## 5.4 Selección de la Estrategia de Innovación

Los factores y externos e internos de las organizaciones son de suprema importancia a la hora de la selección de una estrategia en las organizaciones, Los autores Cho y Yu (2000), afirman que en base a los factores externos de la empresa y las condiciones internas de la misma se debe seleccionar la estrategia adecuada.

Para analizar los factores llevan a las empresas a seleccionar una determinada estrategia de innovación, nos basaremos en el trabajo de Cruz (2007), quien afirma que en estudios realizados por Mol (2005) & Swan y Allred (2003); se han considerado cuatro enfoques que enmarcan las dimensiones interna y externa de la empresa las cuales determinan las diferentes estrategias de innovación: a) la teoría de recursos y capacidades, b) teoría de la apropiabilidad, c) teoría contingencial y, finalmente, d) la teoría de costes de transacción.

## 5.5 Beneficios de la Estrategia de Innovación

Según Hall & Bagchi-Sen, (2002), el desarrollo de actividades innovadoras en una empresa, representa un impacto positivo sobre los resultados generales de la misma. En este mismo sentido Fahy (2002), afirma que la implementación de las estrategias tiene como objetivo la generación de ventajas competitivas.

Según Pavón e Hidalgo (1997), existen dos perspectivas para evaluar los impactos de las innovaciones tecnológicas dentro de la empresa, la perspectiva instrumental y la perspectiva económica. En la perspectiva instrumental se busca determinar si la tecnología funciona y si ha conseguido el resultado deseado, en esta perspectiva se deben considerar los factores como la operatividad, la fiabilidad, la funcionalidad o la adecuación al uso.

La perspectiva económica busca identificar la rentabilidad que generan a la empresa, es decir determinar si el resultado se consiguió de manera eficiente y si las innovaciones tecnológicas originaron el mayor beneficio posible.

## Capítulo 6

# Propuesta Conceptual

### 6.1 Agentes

Se identifica como agentes las empresas que constituyen la industria del software en Colombia, las cuales se definen por los siguientes aspectos:

Para la realización de un modelo basado en agentes que estudie los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia, se analizarán características relevantes de la industria que ha sido lo que nos conllevará a identificar cuáles son los diferentes atributos de los agentes seleccionados que se deben tener en cuenta para el modelo propuesto.

Según Torrisi, (1998) la industria de software es una actividad relacionada con la codificación del conocimiento y la información, siendo sus inputs y outputs de carácter virtual o inmaterial, en la forma en que se proveen, dichos outputs pueden considerarse como productos o servicios.

Para Bitzer, (1997) los productos software se clasifican según el grado de estandarización, donde se encuentran el software totalmente personalizable el cual se desarrolla a partir de los requerimientos del usuario o empresa, por otro lado el software tipo "universal", el cual es utilizado por cualquier usuario sin ningún tipo de cambio.

En este sentido Hoch et al., (1999), afirma que los productos de software estandarizados se clasifican en: soluciones empresariales y productos de mercado masivo. En cuanto a los servicios ofrecidos en la industria del software se identifican consultoría en sistemas, integración de sistemas, desarrollo de software, outsourcing de sistema, servicio de procesamiento, educación y capacitación, mantenimiento y soporte de equipo, mantenimiento y soporte de software, consultoría e integración de redes y administración de redes (ESI, 2008; ICEX, 2005).

En consecuencia a lo anterior lo que se pretende es encontrar características fundamentales que una vez analizadas generen como resultado la identificación de atributos de los agentes seleccionados (empresas de software) para la propuesta conceptual del modelo basado en agentes que se estudia, en este sentido según lo expresado por Coe (1999, 41) en el estudio, derivado de Correa (1996) y Trauth (1996),

en el cual se analizan los dos grupos de restricciones que enfrentan la industria del software las cuales están dadas debido a los Factores Internos y la otra por las Fuerzas Externas a los países, para nuestro análisis solo tendremos en cuenta las restricciones dadas por los factores internos ya que estos los podemos considerar como factores relevantes en la caracterización de los agentes del modelo, en este sentido se plantean las restricciones como atributos de los agentes (empresas de software).

Factores Internos, según Coe (1999):

Tamaño de las empresas, esto hace referencia a qué tan grande son las empresas desarrolladoras de software, las empresas pequeñas carecen de recursos financieros y apoyo.

Estándares de calidad, esta característica tiene relación directa con los procesos de calidad implementados en las empresas de software los cuales son un factor fundamental para generar una ventaja competitiva en ellas.

Costos laborales relativos, hace referencia a los niveles de productividad los cuales son fundamentales para el posicionamiento de las empresas de software.

Infraestructura, se podría decir que una infraestructura adecuada es un factor determinante para las empresas de software ya que esto les permite obtener mayor competitividad en el sector.

Otra característica fundamental en la industria del software es el precio, pero antes de hablar del precio en la industria del software es importante decir que según Hill & Jones (1995), todas las empresas en un sector industrial compiten por lo general con empresas que producen productos que cumplen la misma función y atienden la misma necesidad del cliente lo que limitan los rendimientos potenciales de un sector industrial ya que se debe poner tope sobre los precios que se generan sobre el producto. Según Perez et al., (2009), los precios del mercado de software tanto estandarizado como a la medida, están regulados por la competencia entre las firmas, por la experiencia y por la oferta de software libre.

Para Rodriguez (2009), Uno de los costos más significativos del desarrollo de software es el de la mano de obra de la programación, esto tanto para el software a la medida como para el software modular adaptable, en este sentido se argumenta que la mano de obra la mayoría de veces es calificada lo que la hace costosa. Para determinar el precio del software debe tenerse en cuenta múltiples variables las cuales dependerán condiciones y características específicas de cada empresa. El tamaño de la empresa y el grado de complejidad del software desarrollado juegan un papel central en la determinación del precio final Rodriguez (2009).

Las dimensiones (procesos, *posición* y *la trayectoria*) relacionadas a las capacidades dinámicas abordadas en la sección anterior deben ser tenidas en cuenta como atributos ya que ayudan a entender cómo las empresas de software adquieren habilidades para conseguir nuevas formas de ventajas competitivas en aras de alcanzar sus objetivos propuestos en la estrategia empresarial.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, los agentes, en nuestro caso las empresas de software, presentan múltiples características, el análisis dichas características de forma

detallada nos proporcionará las herramientas necesarias para saber cuales son los atributos que se deben tener en cuenta para los agentes (empresas de software) en la propuesta conceptual de el nuestro modelo, los cuales son expresados en la **Tabla 6.1**, dichos atributos representan una forma de diferenciación para cada uno de los agentes (empresas de software), sin dejar de lado que puede presentarse similitud de características entre las misma.

<p><b>Agente</b> <i>Empresas de Software</i></p> <p><b>Atributos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tipo de empresa</i></li> <li>• <i>Actividad la empresa</i></li> <li>• <i>Tamaño de la empresa</i></li> <li>• <i>Estándares de calidad</i></li> <li>• <i>Costos laborales</i></li> <li>• <i>Infraestructura</i></li> <li>• <i>Productos ofrecidos</i></li> <li>• <i>Servicios ofrecidos</i></li> <li>• <i>Precio</i></li> <li>• <i>Procesos</i></li> <li>• <i>Posición</i></li> <li>• <i>Trayectoria</i></li> </ul>
---

**Tabla 6-1:** Atributos de los agentes del modelo.

**Fuente:** Creación propia a partir de (Torrise, (1998);Bitzer, (1997);Hoch et al., (1999);Coe (1999);Correa (1996);Trauth (1996);Hill et, al.(1995);Rodriguez (2009)).

Para la construcción de un MBA con relación a los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia se deben considerar cada una de las características anteriormente mencionadas ya que este permitirá un análisis adecuado del modelo.

A continuación se detallarán de forma específica cuáles son los productos y servicios que constituyen los atributos **servicios y productos ofrecidos** los cuales se describen en la **Tabla 6.2**.

<b>Productos ofrecidos</b>	<b>Servicios ofrecidos</b>
Software de base	Implementación de software
Software aplicativo	Aseguramiento de calidad del software
Sectorial	Mantenimiento y soporte técnico
De consumo general	Capacitación y certificación
Herramientas de Ingeniería de Software	Interventoría y auditoría
	Integración de soluciones

**Tabla 6-2:** Descripción de aspectos de los atributos servicios y productos.

**Fuente:** Creación propia a partir de Catellanos et, al (2009); Datanalisis (2005).

## 6.2 Entorno

Un aspecto fundamental en el desarrollo de un modelo basado en agentes es el entorno ya que es en el donde interactúan cada uno de los agentes que conforman dicho sistema, este proporciona información sobre la localización de un agente ya sea en relación con otros agentes y además acerca de la ubicación en su entorno.

En este sentido para la elaboración de un MBA con relación a los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia consideraremos el ambiente en el cual interactúan los agentes seleccionados a partir de la representación de la industria en Colombia, (Figura 1) presentada por Castellanos *et al.*, (2009), la cual fue validada por los actores del sector quienes son realmente los conocedores de la industria nacional, dicha representación se presenta bajo el concepto de red de valor debido a la complejidad del sistema, el cual ha sido adaptado por otras industrias del sector de las tecnologías de la información como las comunicaciones móviles (Peppard, 2006) y empresas como CISCO (Schieffer, 2004).

Macal *et al.* (2009), afirman que los agentes que se encuentran en un entorno compiten por el espacio y por adquirir recursos; en este sentido, relacionando esta afirmación con la propuesta conceptual que se quiere construir, esto conlleva a pensar que al desarrollar un modelo basado en agentes de los determinantes estratégicos de innovación en la industria del software en Colombia una característica relevante que se debe tener en cuenta es el análisis de las dinámicas competitivas que se dan entre las diferentes firmas de software (agentes) que integran la industria (ambiente) en busca de posicionarse en el mercado competidor en áreas de ganar una supremacía en la industria; es importante analizar entonces que una firma que desee convertirse en la primera deberá buscar las herramientas necesarias que le proporcionen convertirse en una empresa altamente competitiva, estas herramientas pueden ser vistas como recursos tales como: nuevas tecnologías, capital humano, también la innovación y la I+D.

Con base en los datos suministrado en la **Figura 3.3**, el entorno del modelo basado en agente de los determinantes estratégico de innovación de la industria del software estará conformado por los diferentes actores que influyen en el desarrollo de la industria expresados por Castellanos *et al.* (2009):

*Entidades gubernamentales:* Compuesto por entidades decisoras del Estado las cuales se encargan de gestionar espacios y recursos necesarios para un adecuado desarrollo de la industria.

*Academia:* Constituida por la relación de las universidades, grupos de investigación y los centros de formación avanzada.

*Estructura del SNCT (Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología):* Son los centros de productividad, centros de desarrollo tecnológico, los parques tecnológicos, las incubadoras, así como los centros de formación o sistemas de integración.

*Entidades de integración:* Agrupación de empresas pueden ser gremios o corporaciones.  
*Industrias conexas:* Son las industrias que tienen una relación directa con la industria del SSA.

*Ciencias administrativas de soporte:* Estas son todas aquellas áreas que tienen actividad transversal dentro de la industria las cuales sirven como soporte para mejorar la dinámica de la misma.

*Empresas internacionales de software:* comprende el conjunto de empresas de origen extranjero residentes en el país que desarrollan actividades relacionadas con la industria o que comercializan sus productos por medio de empresas nacionales.

Es importante resaltar que la gráfica muestra las empresas nacionales de *software las cuales* se componen del conjunto de empresas que son de origen colombiano y que desarrollan actividades relacionadas con la industria. Cabe anotar que este actor fueron definidos como los agentes principales de nuestro MBA de los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia.

Otro agente fundamental en el entorno de la propuesta conceptual del modelo basado de agentes es el Cliente (Usuario final): los cuales son los que adquieren los productos y servicios desarrollados por la industria los cuales pueden ser empresas o personas naturales.

### 6.3 Interacciones

La interacción es un aspecto clave en la MBA. La literatura reporta que cuando se habla de MBA el agente debe ser capaz de interactuar con su entorno y con otras entidades con el fin de resolver los problemas y/o alcanzar sus metas de acuerdo a la coordinación, la cooperación esquemas de competencia. Según Bandini et. Al, (2009), La esencia de un MBA es el hecho de que la dinámica del sistema global emerge de los comportamientos locales e interacciones entre sus componentes.

El proceso de interacción es de suma importancia ya que proporciona la forma en que los agentes pueden comunicarse directamente, es decir la forma en que intercambian información (Bandini, et al. 2009).

Para la realización de la propuesta conceptual del modelo basado en agentes de los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia deben analizarse las redes que pueden surgir entre los agentes (empresas de software) y entre los agentes (empresas de software) y el entorno, una vez propuesto los diferentes agentes (actores de la industria) que participan en el ambiente.

En este sentido lo que se busca es analizar las interacciones que se ocupan de las relaciones de los agentes que conforman el sistema, es decir que agente va conectado a que agente, y los mecanismos de la dinámica de las interacciones.

Según lo expuesto por Macal et al. (2009), quien realiza una comparación entre el modelado basado en agentes y el sistemas del mundo real, afirma que en un modelo basado en agentes los agentes interactúan con otros agentes, pero no todos los agentes interactúan directamente con todos los agentes todo el tiempo tal como sucede en el sistema del mundo real, en este sentido para la realización de la propuesta conceptual



donde analizaremos como debe desarrollarse un modelo basado en agentes de los determinantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia es importante analizar cuales son las relaciones específicas que se dan entre los múltiples agentes (firmas, actores de la industria del software) que se encuentran en el entorno (industria) de forma que se pueda detallar claramente las respectivas interacciones estos. La forma en que los agentes están conectados el uno al otro se denomina generalmente la topología de conexión de un modelo basado en agentes, Macal et al. (2009). Esta topología esta comprendida por una red de nodos (agentes) y enlaces (relaciones), la cual nos proporciona o se transfiere la información a quién. En base a lo anterior se procederá a identificar las múltiples interacciones que se presentan entre los agentes (firmas) y los demás actores que integran la industria del software (Figura 6.1).

Es importante aclarar que en la propuestas conceptual que se construye las empresas son los componentes del sistema (agentes), lo que dará como resultado múltiples agentes, ya que no es una sola empresa que pertenece a la industria colombiana de software sino por al contrario son múltiples, y serán estos agentes los analizados en la realización de la propuesta conceptual con el objeto de entender las interacciones dinámicas competitivas y de transferencia que se presentan entre ellas.

El MBA de los terminantes estratégicos de innovación de la industria del software en Colombia debe analizar:

### **6.3.1 Interacciones entre Agentes**

Las cuales se presentan entre los agentes (empresas) los cuales se han definido como agentes principales del modelo, tal como:

Alianzas estratégicas (alianzas de marketing y ventas, producción y manufactura, desarrollo tecnologico y Know how) entre los agentes (firmas de software) con el fin de alcanzar objetivos mutuos que conlleven al crecimiento y de incursión a nuevos mercados, para la obtención de nuevas tecnologías, una mejor calidad, además para reducirse riesgo financiero y el costo en actividades de I+D, y con el objeto de alcanzar ventajas competitivas.

Las interacciones entre los agentes implican el intercambio de productos, información conocimiento y tecnología (Aydalot, 1998; Becattini, 1990; Carbonara et al, 20020).

### **6.3.2 Interacciones entre Agente y el Entorno**

Es están dadas por las interacciones que presentan los agentes principales del modelo (firmas) y el entorno, en este sentido para la realización de un MBA de los determinantes estratégicos de innovación de la industria de software en Colombia se deben analizaran las redes y/o relaciones que se dan entre las empresas de software y las entidades (agentes) que integran la industria, las cuales están dadas por:

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con los entes gubernamentales quienes son los encargados de establecer políticas de estado con

mira a posicionar la industria de *software* en aras de ubicarlas como uno de los primeros sectores de exportación y generación de divisas en el país.

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con las universidades, parques tecnológicos y CDTs, ya que estas redes que se conforman entre estos agentes conlleva a que las compañías desarrolladoras de *software* puedan liderar procesos de innovación además puede proporcionar la obtención de costos más bajos para su operación.

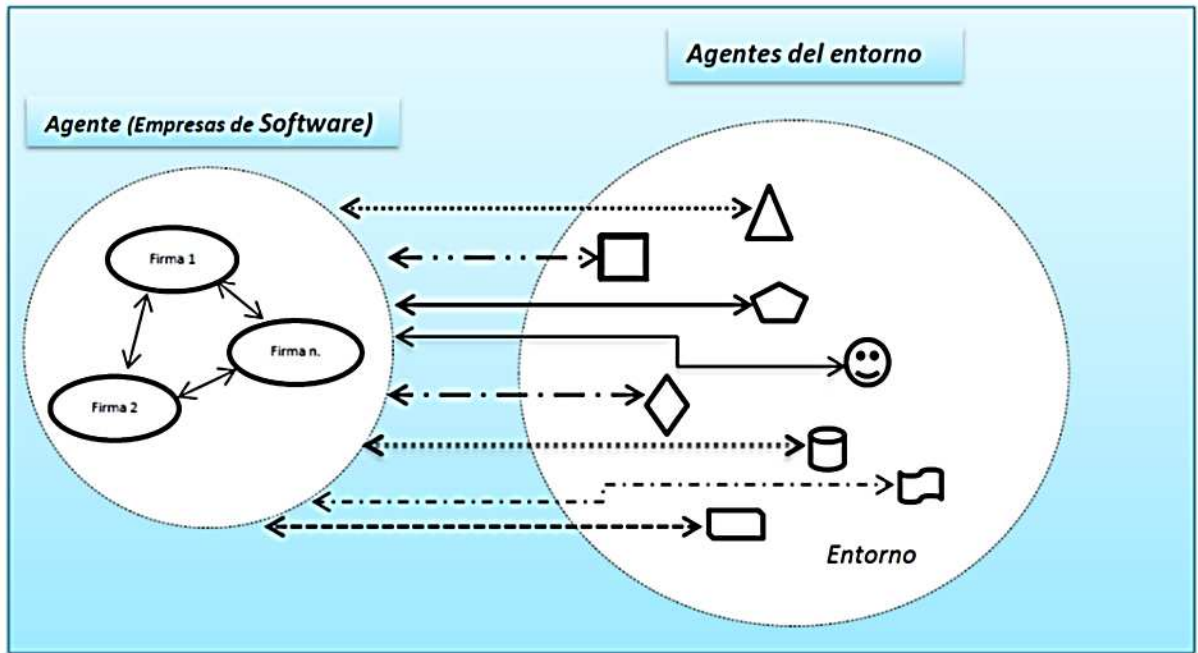
Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con entidades de integración (Asociaciones, Federaciones, Corporaciones, Gremios) ya que estos en articulación con el gobierno y la sociedad civil acelerar el proceso de desarrollo del sector.

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con las industrias conexas ya que estas generan estabilidad a la industria conllevándola a posicionarse y hacerla sostenible.

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con las ciencias administrativas de soporte ya que están fortalecen el sector permitiendo expansión y potencializándolo de forma que pueda optimizarse y crecer más rápidamente.

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con empresas internacionales de software de forma tal que estas puedan aprender de las dinámicas sistémicas y procesos de operación de las empresas multinacionales además en busca de comprender la dinámica competitiva que tienen las empresas multinacionales en las locales, conllevando a conocer que beneficios se obtienen de dichas relaciones y que aspectos negativos pueden darse.

Las interacciones que se establecen entre las firmas de software con los usuarios finales de forma tal que se pueda analizar las distintas maneras y estrategias que desarrollan los agentes (las firmas de software pertenecientes a la industria) para satisfacer y cumplir los requerimientos de los usuarios los cuales demandan productos nuevos o mejorados y nuevos procesos.



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Empresas de software</li> <li>△ Entes Gubernamentales</li> <li>□ Academia</li> <li>◇ Centro Tecnológicos</li> <li>⬠ Entidades de Integración</li> <li>⊞ Industrias conexas</li> <li>⊞ Ciencias administrativas de soporte</li> <li>⊞ Empresas Internacionales</li> <li>☺ Usuarios</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>↔ Interacciones entre firmas de software</li> <li>←...→ Interacción entre las firmas de software y centros académicos</li> <li>←.....→ Interacción entre las firmas de software y entes gubernamentales</li> <li>↔ Interacción entre firmas de software y las entidades de integración</li> <li>←-.-→ Interacción entre las firmas de software y centros tecnológicos</li> <li>←-.-.-→ Interacción entre las firmas de software y las industrias conexas</li> <li>↔ Interacción entre las firmas de software y ciencias administrativas de soporte</li> <li>←- - - - -&gt; Interacción entre las empresas y las empresas internacionales</li> <li>←- - - - -&gt; Interacción entre las empresas y los usuarios</li> </ul> |
|---|--|

**Figura 6-1:** Interacciones del MBA de los determinantes estratégicos de innovación de la industria de software en Colombia.

Fuente: Creación propia

## 6.4 Acciones

Las acciones son los elementos base de comportamiento de los agentes: pueden causar modificaciones en su entorno o en otros agentes que constituyen la MBA. (Bandini, et al. 2009).

Las empresas que integran la industria de software en Colombia (agentes) deben desarrollar múltiples acciones en aras de ser competitivas y mantenerse en el mercado, esto debido a la complejidad y dinamismo del actual entorno en que se desenvuelven, lo cual conlleva a generar conocimiento de las variables o factores que pueden considerarse claves para su éxito competitivo. Dichos factores pueden ser traducidos como las estrategias implementadas por parte de las firmas para analizar las oportunidades y riesgos identificados en el entorno en el cual se desenvuelven.

Una empresa que desee incrementar su ventaja competitiva debe desarrollar actividades innovadoras, las empresas que compiten en obtener posicionamiento dentro de un sector deberán implementar planes de acción que mejoren su rendimiento competitivo en el mercado, para conseguir esto deben recurrir a la innovación constante para asegurar su permanencia en el mercado, para que esta actividad innovadora obtenga resultados las empresas deberán implementar la estrategia de innovación más adecuada. La búsqueda de ventajas competitivas, como una de las principales tareas de la empresa, se ha convertido en un principio de las teorías contemporáneas de dirección estratégica (Teece, Pisano y Shuen, 1997).

El hecho de que las empresas se encuentren en competencia por obtener el primer lugar las obliga a que tengan que estar en un constante seguimiento de sus competidores en el ambiente de competencia en que se encuentran.

Macal et al. (2009), afirma que un agente tiene conductas que se relacionan con la información detectada por él, las cuales generan decisiones y acciones, un agente se provee de información a través de las interacciones con otros agentes y con el medio ambiente, en este sentido se debe entrar a detallar cuáles son las acciones que los agentes principales (firmas) implementan.

Un agente posee conductas que se relacionan con la información detectada por él las cuales generan acciones, ya que se provee de información por las interacciones con los agentes del entorno, podríamos decir que las empresas son esos agentes que en aras de competir realizan seguimiento a sus competidores y se proporcionan de información que les conlleva a realizar acciones, dichas acciones pueden ser vistas como las estrategias de innovación que implementan las empresas para convertirse en empresas competitivas y generar productos diferenciadores.

Para la puesta en marcha del análisis conceptual del MBA de los determinantes estratégicos de innovación para la industria del software en Colombia, denominaremos a las estrategias de innovación como las acciones que deben ejecutar las firmas (agentes) que integran la industria colombiana del software, en busca de posicionarse y ser competitivas en el mercado por el cual compiten y a su vez permitir el sostenimiento de las mismas generando así una mejor dirección estratégica del negocio.

En la sección 5 se abordó todo lo referente al concepto de estrategias de innovación donde se analizó a partir de una revisión bibliográfica los aspectos fundamentales concernientes a este tema. Para el desarrollo de la propuesta conceptual del modelo basado en agentes de los determinantes estratégicos de innovación de las empresas colombianas de software se proponen las estrategias de innovación establecidas por Freeman (1982), como las acciones realizadas por los agentes (firmas de software) con el objeto de responder de forma eficaz y eficiente en el mercado competidor en el que se desenvuelven, dichas acciones son:

- *Implementar estrategia innovadora ofensiva*
- *Implementar estrategia innovadora defensiva*
- *Implementar estrategia imitativa*
- *Implementar estrategia oportunista*
- *Implementar estrategia dependiente*
- *Implementar estrategia tradicional*

Según Bone & Saxon (2000), La importancia de la estrategia de innovación reside en que debido a la presión del mercado para generar ventajas competitivas, las empresas optan por la generación de éstas a través del desarrollo de innovaciones tecnológicas.

Es importante aclarar que algunas veces las estrategias implementadas por las organizaciones en aras de obtener un alto rendimiento y ganar supremacía en los mercados en el que compiten no son suficiente, para soportar una ventaja competitiva de una empresa es importante tener en cuenta que las organizaciones actúan dependiendo de los objetivos que tengan, de la manera cómo actúan en su entorno específico, y sobre todo de sus capacidades internas, dichas capacidades que desarrollan las empresas le permiten innovar con rapidez en sus productos, proceso y servicios, y mas aún le otorga la posibilidad de tener capacidad de dirección que le permite coordinar competencias internas y externas.

Con relación a lo anterior y basados en la sección 5, donde se habló de las capacidades dinámicas que según Teece et al. (1997) incluyen procesos, posiciones y trayectoria o caminos; la realización de la propuesta conceptual además de enfocarse en la estrategias de innovación planteadas por Freeman (1982) como las acciones realizadas por los agentes (en nuestro caso las empresas de software) también tomará como acciones los procesos organizacionales los cuales para Teece, D. J. et al. (1997) son la forma en que las cosas son hechas en la organización, y que podrían ser relacionadas a sus rutinas, o a los modelos actuales de aprendizaje, ya que son base fundamental de las capacidades dinámicas que deben desarrollar las empresas, para ello nos basaremos en los tres roles que tienen dichos procesos o argumentados por Teece, D. J. et al. (1997):

1) *Coordinación-integración*: trata del fortalecimiento de las ventajas estratégicas, la integración y coordinación de actividades: 2) *Aprendizaje*: la repetición y experimentación, 3) *Reconfiguración*: se enfoca en la habilidad de cambio.

En este sentido dichos procesos deben verse como estrategias que los agentes deben implementar para obtener ventajas de competencia en el ambiente donde compiten.

Los agentes utilizan un conjunto de acciones que deben llevarse a cabo con el fin de lograr sus objetivos. Ellos pueden aprender y adaptarse al medio ambiente. (Albino, Carbonara, Ginnoccaro, 2004).

## 6.5 Reglas de Acción

En la propuesta conceptual se establecen un conjunto de reglas o patrones de comportamiento, dichas reglas determinan el comportamiento de los agentes (empresas de software) ya que les permite tomar la información, procesarla lo que genera un aprendizaje, conllevándolos a efectuar cambios en el ambiente exterior de acuerdo a lo aprendido.

**Estrategia innovadora ofensiva:** Actuar como líder tecnológico, mediante la introducción continua de nuevos productos y la creación de nuevos mercados (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software implementa estrategia innovadora ofensiva** cuando se propone conseguir supremacía tecnológica en el mercado mediante el desarrollo permanente de nuevos productos (aplicaciones de software) o servicios después de analizar el ambiente competitivo en el que se desenvuelve, cuando los agentes (firma de software) implementa esta estrategia su propósito es identificar nuevas necesidades del mercado y además poder descubrir forma de satisfacerlas.

Con la implementación esta acción los agentes (empresas de software) crean un mercado nuevo que a su vez puedan tener ventajas competitivas sostenibles.

Cuando los agentes (empresas de software) implementan estrategia innovadora ofensiva como acción asumen un gran riesgo y espera obtener una elevada rentabilidad, esto requiere que los agentes (empresas de software) posean mucha habilidad para la innovación tecnológica, capacidad para identificar nuevas oportunidades de mercado y traducirlas rápidamente a productos comerciales.

Los agentes (empresas de software) que implementan estrategia de innovación como acción deben caracterizarse por tener una gran iniciativa empresarial ya que deben estar informados e intuir el posible mercado. Además poseer una capacidad para generar en su interior una cultura innovadora que fomente y estimule permanentemente el cambio (Hidalgo, 2007).

Basados en Hidalgo (2007), se puede decir que los principales factores que contribuyen a la adopción de esta estrategia por parte de los agentes (empresas de software) son:

Búsqueda del crecimiento, una dimensión del mercado, una protección de la innovación, un acceso a canales de distribución, una curva de experiencia exclusiva, unos beneficios elevados y una reputación tecnológica.

**Estrategia innovadora defensiva:** Se trata de seguir al líder y es propia de las empresas que no quieren ser las primeras del mercado, pero tampoco desean quedarse rezagadas (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software debe implementar estrategia defensiva** cuando no desea ser la primera en el mercado, ni tampoco quiere ser la última, la implementación de esta estrategia conlleva a evitar riesgos que asumen los agentes (empresas de software) cuando deciden realizar estrategias ofensivas con la implementación innovación tecnológica radical y el sin numero de actividades que trae consigo dicha innovación como lo es las estrategias de mercadeo y costos de fabricación.

Cuando los agentes (empresas de software) deciden implementar este tipo de estrategia como acción, su objeto es realizar una análisis de los productos con mayor demanda y alto crecimiento que están siendo demandados en el mercado de la industria para poder fabricarlos y así comercializarlos a precios más bajos que el líder tecnológico.

Se puede decir que una gran ventaja que poseen los agentes (firmas de software) al implementar esta acción (estrategia de innovación defensiva) es que cuando se fabrican los productos ya hay un mercado demandante establecido lo que quiere decir que el producto ya ha sido aceptado, en conclusión se podría decir que quienes los agentes (empresas de software) que implementen estas estrategias entran a cubrir la demanda que los líderes tecnológicos no satisfacen.

Los agentes (empresas de software) a través de esta acción obtienen un producto diferente desde el punto de vista funcional y menos costoso de producir.

Basados en Hidalgo (2007), se puede decir que algunas de las ventajas que obtienen los agente (empresas de software) que siguen la estrategia son: añadir a los productos las ultimas mejoras tecnológicas para que resulten fácilmente adaptables a las necesidades del mercado, utilizar procesos de producción mas eficientes, conseguir mejores condiciones de los proveedores, trabajadores o clientes, atacar el eslabón mas débil de la estrategia competitiva del líder tecnológico, hacer frente a menor incertidumbre, debido a que la demanda del mercado es conocida y predecible, aprender de los errores del innovador, encontrar menor resistencia para admitir el producto copiado y mejorado, si el innovador ha convencido ya a los usuarios potenciales de los beneficios de la innovación. De esta forma, la aceptación del mercado es rápida.

**Estrategia innovadora imitativa:** Imitar la actuación de otras empresas en un entorno delimitado y protegido de la competencia por diversos factores (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software debe implementar estrategia innovadora imitativa** cuando deciden ir detrás de las empresas líderes en tecnología, estas poseen un mínimo grado de innovación, los agentes (empresas de software) que optan por la implementación de esta estrategia hacen uso de la transferencia de tecnología por medio del licenciamiento y compra de *know-how*, lo cual conlleva a que dichos agentes (firmas de software) que implementan esta estrategia no desarrollan I+D.

Basados en Robledo (2010), se puede decir que los agentes (empresas de software) que ejecuten esta estrategia como acción se caracterizarán por introducir innovaciones con un retraso significativo frente a los líderes, esto sucede cuando se presenta vencimiento de las patentes y además las tecnologías son de dominio público y de fácil acceso.

Robledo (2010), Argumenta que en caso de que las patentes se encuentren todavía vigentes, las empresas que siguen este tipo de estrategia recurrirán a la transferencia de tecnología basada en licenciamiento y compra de *know-how*. En este caso los agentes que deciden realizar esta estrategia como acción no hace I+D, pero requerirá implementar capacidades tecnológicas en sus funciones de ingeniería, producción y servicios técnicos.

Argumentados en Hidalgo (2007), para los agentes (empresas de software) que implementen esta estrategia puede resultarles económicamente rentable, los agentes pueden disfrutar de las ventajas de: un mercado cautivo, menores costos en mano de obra o en otro factor del proceso productivo, elevada eficiencia directiva.

**Estrategia innovadora oportunista:** Entrar en un mercado aprovechando sus puntos más débiles (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software debe implementar estrategia innovadora oportunista** cuando identifican nichos de mercado que aun no han sido explotados en aras de aprovechar las oportunidades de negocio que pueden surgir, esto conlleva a que los agentes (empresas de software) que logren identificar dichas oportunidades puedan satisfacer con el desarrollo de nuevos productos y servicios necesidades de los usuarios y así generar una ventaja competitiva ante sus competidores.

Quienes implementan estas estrategias su objetivo también es buscar el punto más débil de los competidores del entorno, esto con aras de penetrar y hallar métodos de crecimiento en el mercado con fin de incursionar espacios no penetrados por empresas de la industria del software.

**Estrategia innovadora dependiente:** Establecer una relación estable y duradera con una o más empresas clientes (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software debe implementar estrategia innovadora dependiente** cuando su objetivo se centra en la concentración de sus ventas en unos pocos clientes y también cuando su capital es controlado por otra empresa es decir son dependientes de la iniciativa de otras empresas grandes y desarrolladas tecnológicamente.

Basados en Robledo (2010), argumenta que las estrategias dependientes son muy similares a las imitativas, los agentes (empresas de software) que implementan esta estrategia como acción tendrán la serán fuertemente dependientes de la iniciativa de otras empresas más grandes y desarrolladas tecnológicamente, a las cuales sirven como proveedores.

**Estrategia innovadora dependiente tradicional:** Hacer siempre lo mismo y de la misma forma (Hidalgo, 2007).

**Una firma de software debe implementar estrategia innovadora tradicional** cuando decide que sus productos y servicios no cambien, siempre estén intactos, los agentes (empresas de software) que implementan estas estrategias no son innovadores lo cual puede conllevar a grandes riesgos de desaparición por la aparición de empresas con estrategias innovadoras altamente competitivas.



Basado en (Hidalgo, 2007).se puede decir que los agentes (empresas de software) que implementan esta estrategia como acción estarán limitados a la adopción de innovaciones de procesos generadas en otro lugar pero disponibles por igual para toda la industria ya que la estrategia tradicional es no innovadora.

**Procesos como estrategia organizacional:** Los procesos describen los patrones de la práctica y el aprendizaje en una empresa, la forma en que se realizan las cosas en la organización lo cual puede ser relacionado con la rutina y con el aprendizaje organizacional (Teece et al 1997)

***Una firma de software debe implementar el proceso de coordinación – integración como estrategia competitiva*** cuando desea fortalecer sus ventajas estratégicas a través de la integración de actividades y tecnologías externas, además cuando coordina todas las actividades organizacionales requeridas, buscando un desempeño optimo lo cual puede conllevar a los agentes (empresas de software) a desarrollar nuevas habilidades competitivas otorgándole nuevos niveles producción dentro de la organización y generando niveles de eficiencia y efectividad en ella.

***Una firma de software debe implementar el proceso de aprendizaje como estrategia competitiva*** cuando repite y experimenta tareas, esto le permite que dichas tareas sean mejores desempeñadas y se ejecuten de forma mas rápida ya que por medio de lo aprendido conlleva a desarrollar habilidades organizacionales lo cual proporciona a los agentes (empresas de software) a entender problemáticas complejas dentro del core del negocio otorgándole a la empresa bases para un conocimiento organizacional.

***Una firma de software debe implementar el proceso de reconfiguración y transformación como estrategia competitiva*** cuando se desenvuelven en ambientes de rápido cambio. Los agentes (empresas de software) deben optar por reconfigurar y transformar la estructura de sus procesos organizacionales. La empresa en su interés por adaptarse a las exigencias del mercado, efectúa ajustes a sus recursos y rutinas internas después de explorar el ambiente de competencia en el que se encuentran para tratar de ganar posicionamiento en el mercado.

De acuerdo con la información proporcionada en la **Tabla 2** donde se define las reglas de acción, como un conjunto de reglas o patrones de comportamiento que les permitan a los agentes tomar la información, procesarla y generar un aprendizaje, luego efectuar cambios en el ambiente exterior de acuerdo con su aprendizaje; se puede argumentar que cada una de las reglas descritas en el modelo conceptual propuesto como reglas de acción puede ser vista como la información que cada uno de los agentes (empresas de software) necesita para generar el aprendizaje adecuado para seleccionar de forma correcta las decisiones estratégicas que debe seguir en aras propiciar acciones para la toma de decisiones acertadas en el mercado de competencia en el que se encuentran, es a partir de este aprendizaje obtenido por cada agente los que les permitirá lograr sus objetivos y además poder adaptarse al medio ambiente en el que se desenvuelven.



# 7. Conclusiones y Recomendaciones

## 7.1 Conclusiones

La realización de este trabajo revela múltiples problemáticas que enfrenta la industria del software en Colombia en la actualidad, dichas problemáticas están dadas por diversos factores tales como lo son desconocimiento del proceso exportador, precios pocos competitivos para el mercado internacional, bajos estándares de calidad, inconvenientes del idioma, poca capacidad de alianzas estratégica, todo esto apunta a que la falta de implementación de estrategias no permiten que esta industria se potencialice y no se encuentre en igualdad de condiciones de competidores internacionales.

Implementar estrategia innovación es de gran importancia para la obtención de ventajas competitivas para las empresas. Las estrategias de innovación permiten la transformación del estado actual en el que se encuentra un negocio, con el objeto de obtener ventajas diferenciadoras en el mercado saturado de competidores. Las estrategias de innovación le otorgan a las empresas la capacidad de ofrecer productos y servicios de alta calidad, motivo por el cual podrá diferenciarse a la hora de competir.

Este trabajo demuestra la importancia de las estrategias de innovación, y como estas pueden ser implementadas por las empresas pertenecientes a la industria del software en Colombia en aras de buscar estrategias competitivas.

Con respecto a la literatura de la Modelación Basada en Agentes en los hallazgos encontrados se hizo hincapié en la importancia del modelado de estructuras organizacionales y de las estrategias de innovación, dándonos a conocer que tan importante es el análisis de las decisiones de la empresa para poder adaptarse a un entorno competitivo con aras de obtener ventajas de competencia que le permitan posicionarse en el mercado en el que compite, a partir de allí se puede afirmar que es de suma importancia la realización de trabajos que permitan desarrollar modelos que analicen y propongan múltiples alternativas que deben seguir las empresas para seleccionar estrategias adecuadas de competencia.

De igual modo mediante la realización de modelos de este tipo, lo que se pretende es otorgarle a las empresas de software en Colombia la posibilidad de evaluar diferentes tipos de estrategias de innovación que en diferentes tipos de ambientes le darán la posibilidad de mejorar sus procesos organizativos permitiendo desarrollar habilidades y capacidades de competencias que conlleven a la mejora de sus productos y servicios.

Un aspecto fundamental dentro del desarrollo de modelos como el propuesto en este trabajo es la importancia de la implementación de estrategias para la supervivencia de las empresas de software en Colombia en entorno competitivo, dándole la posibilidad a las empresas la posibilidad de escoger la estrategia mas adecuada que se ajuste a los requerimientos del negocio y sea la mas acertada para este.

Modelos como el que se propone en este trabajo generan en las empresas estrategias que le permitan aprender, en como la estrategia seleccionada debe evolucionar a medida en que evolucione el ambiente en el cual se desenvuelva la empresa, permitiendo así un conocimiento del core del negocio que le permita elevar los niveles de competencia.

La realización conceptual del modelo basado en agente desarrollado aquí permite obtener información sobre el comportamiento del sistema complejo de determinantes estratégicos de competencias que se desatan en la industria colombiana del software. De esta forma se puedan analizar cada una de las entidades presentes que integran el sector tratando de entender su comportamientos (acciones e interacciones) para determinar las reglas de acción que en ultimas se convierten en decisiones que conllevan al éxito o al fracaso de las empresas pertenecientes a este sector de la industria.

Mediante el análisis conceptual de simulación basada en agentes se puede propiciar información relevante de cómo una empresa puede implementar estrategias que se conviertan en acciones eficaces para prolongar la durabilidad de la misma en el mercado competitivo, dichas estrategias se convierten entonces en herramientas fundamentales que puestas en marchas como regla de acción en un modelo pueden orientar de forma clara en el como tomar decisiones estratégicas que direccionen la manera en que la empresas pertenecientes a la industria estudiada conllevarán a incrementar los niveles competitivos y la gestión estratégica del negocio.

## **7.2 Recomendaciones**

Para darle continuidad a este análisis conceptual en un trabajo futuro se propone la utilización de este marco de referencia para que sea punto de partida en los ejercicios respectivos de simulación, donde se puedan analizar los determinantes estratégicos de innovación que deben implementar las empresas pertenecientes a la industria colombiana del software en aras de obtener supremacía de mercado que las convierta en líderes y las permita posicionarse en el ambiente competitivo en el cual se enfrentan actualmente.

Como trabajo futuro, y teniendo en cuenta que el modelo conceptual propuesto como fruto de este e este trabajo pueden servir como punto de referencia para trabajos posteriores, se proponen como nuevos trabajos de investigación los siguientes:

Teniendo en cuenta todos los parámetros descritos en este trabajo se puede realizar la simulación computacional del modelo basado en agentes que mediante una interfaz gráfico permita analizar las estrategias de innovación que implementan las empresas de software para ganar ventajas en el mercado que compiten ya que esto puede ser de gran

---

importancia para los empresarios en la toma de decisiones gerenciales que permitan generar la empresa ventajas competitivas.

A partir del resultado de las estrategias de innovación acertadas en el modelo propuesto las cuales fueron seleccionaron para el desarrollo de la propuesta conceptual para acumular y explotar capacidades de innovación en la empresa, se recomienda desarrollar un trabajo que permita analizar dichas capacidades que acumulan las empresas de software que permitan generar productos altamente compatibles con otros productos líderes del mercado, a través de la utilización de modelos basados en agentes.

De igual manera el trabajo el desarrollo de este trabajo puede ser punto de partida para diseñar un modelo basado en agentes que analice las dinámicas de mejoramiento de los efectos de red, las capacidades de I+D y mercadeo, y la probabilidad de compra del producto de las empresas de software en Colombia.



## A. Anexo: Oportunidades y Limitaciones Industria de Software en Colombia.

Con relación a la referencia en el acápite 1.1, se describen las oportunidades y limitaciones de la industria de software en Colombia descritos en la **Tabla A-1**.

Según Castellanos et, al. (2009), se identifican oportunidades y limitaciones a nivel nacional dentro de las que se destacan principalmente la carencia de sistemas de información consolidados, el dominio de una segunda lengua entre otras como la poca discriminación entre hardware, *software* y servicios.

	Oportunidades	Limitaciones
<b>Político</b>	<p>Creación de una legislación adecuada:</p> <p>Se ha diseñado una propuesta de incentivos para extender los beneficios de los usuarios industriales de servicios ubicados en Zona Franca, a los exportadores de servicio del sector de las TIC.</p>	<p>La política fiscal y tributaria del país golpea fuerte el sector de <i>software</i>, pues se aplica retención sobre el producto al fabricante, mayorista y usuario final, lo cual disminuye de forma considerable el capital de trabajo de una empresa.</p> <p>La piratería del <i>software</i> ha causado serios inconvenientes al desarrollo del país y a la industria legal. El índice de piratería de <i>software</i> en Colombia es de 53%, reduciendo de manera significativa los ingresos que perciben las empresas de esta industria</p>
<b>Económico</b>	Entes de financiación poco divulgados.	Escasez de recursos financieros.
<b>Social</b>	<p>Desarrollo del capital humano: Actualmente se está desarrollando un proyecto de creación de capital humano que tiene como objetivo proveer habilidades adecuadas en los siguientes grupos: 1-</p>	La industria del SSA es una empresa de conocimiento, como tal requiere alto nivel de investigación, desarrollo tecnológico y formación de personas capaces de producir conocimiento y soluciones acordes con las necesidades

	<p>Capacitación y certificación en TI en asocio con Colciencias, 2- Capacitación en diseño, instalación y mantenimiento de redes y 3- Capacitación en habilidades gerenciales.</p>	<p>universales que surgen en la actual coyuntura histórica.</p> <p>Esta es la mayor y más importante inversión que requiere la industria.</p> <p>Escasez de recurso humano capacitado en torno al conjunto global de la industria (el 95% de empresarios son ingenieros de sistemas, por lo tanto carecen de formación administrativa, comercial y financiera) El idioma también es otro factor de peso en la educación y es en lo que más falla Colombia. Los manuales de las nuevas tecnologías y el mundo de negocios se dan en inglés, lo que requiere que el desarrollador, diseñador y gerente de proyecto tengan un buen nivel de este idioma.</p>
<b>Tecnológico</b>	<p>La consolidación de empresas permite satisfacer la demanda local y hay comienzos de exportaciones.</p>	<p>La poca inversión por parte de las empresas, desarrollo de paquetes a la medida y necesidades específicas de los clientes, como paquetes contables.</p> <p>Necesidad de adaptar el servicio para que el <i>software</i> importado cumpla con los requerimientos nacionales.</p> <p>Bajo nivel de asociatividad.</p> <p>Baja inversión en certificación.</p>
<b>Comercial y de Mercado</b>	<p>Establecimiento de alianzas estratégicas.</p> <p>Mercadeo de la industria de TI en posiciones estratégicas: mercadeo de TI, a través del posicionamiento de la marca país y las compañías colombianas, generando presencia en posiciones estratégicas, estableciendo contactos con las grandes empresas multinacionales de la industria, publicando artículos especializados, participación en eventos y promoción de misiones</p>	<p>Competencia desleal.</p> <p>Desconocimiento de la logística de comercialización y del sector como un conjunto.</p> <p>Distribución y comercialización de marcas mundiales.</p> <p>Producción en forma limitada de paquetes de productos y servicios dirigidos al mercado local.</p>



	comerciales.  Identificación de la oferta colombiana:  Se está realizando un inventario detallado del potencial actual para darlo a conocer a los mercados objetivos.	
<b>Institucional</b>	Instituciones que poseen potencial de representación.	Desarticulación en torno a los esfuerzos que se realizan en pro de la industria.

**Tabla A-1:** Oportunidades y Limitaciones de la Industria de Software en Colombia.**Fuente:** Castellanos *et al.*, (2009), p. 72-74



## B. Anexo: Modelos de Innovación

Con relación a la referencia en el acápite 2.2.1.1.1, se describen los conceptos de modelos de Innovación.

Los modelos de innovación han sido desarrollados como un intento de entender el mecanismo que supone la aparición de innovaciones en el mercado para la identificación de las fuentes de la innovación y las fases por las que atraviesa en su desarrollo (Mendizábal, 2002).

Según Velasco et al,(2007) en el proceso de innovación no existe un modelo explicativo claro y definitivo sobre el camino que tiene lugar desde que surge una invención hasta que ésta alcanza el mercado.

Los modelos más destacados son los Modelos Lineales, los Modelos por Etapas, los Modelos Interactivos o Mixtos, los Modelos Integrados y el Modelo en Red.

Rothwell, define Los **modelos lineales** como modelos de primera generación (Impulso de la Tecnología) y de segunda generación (Tirón de la Demanda) se caracterizan por su concepción de la innovación como un proceso lineal.

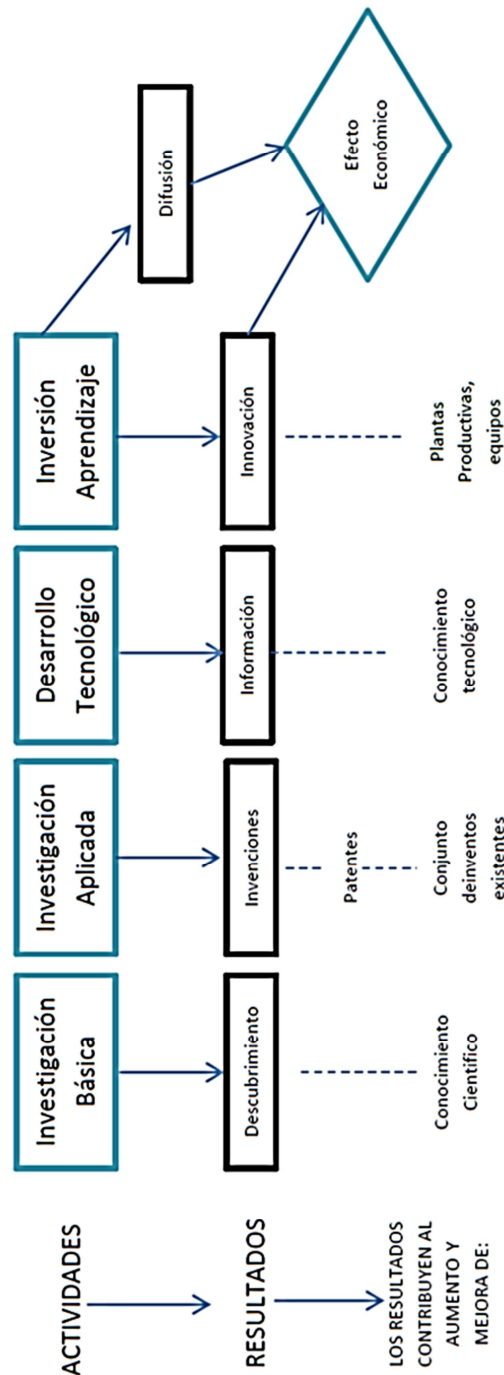


**Figura A-1:** Modelo de Empuje de la Tecnología.  
Fuente: Rothwell, R. (1994)



**Figura A-2:** Modelo de Tirón de la Demanda.  
Fuente: Rothwell, R. (1994)

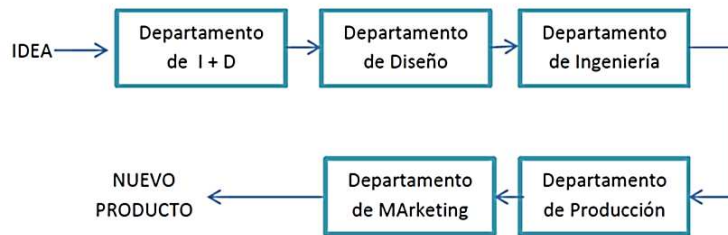
Rosseger aborda el Modelo lineal para etapas de la innovación tecnológica comprendiendo diversas etapas, la cual comienza con la investigación básica, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico para finalizar con el marketing y el lanzamiento al mercado de la novedad (ver Figura A-3).



**Figura A-3:** Modelo lineal para etapas de la innovación tecnológica.

**Fuente:** Rosseger (1980)

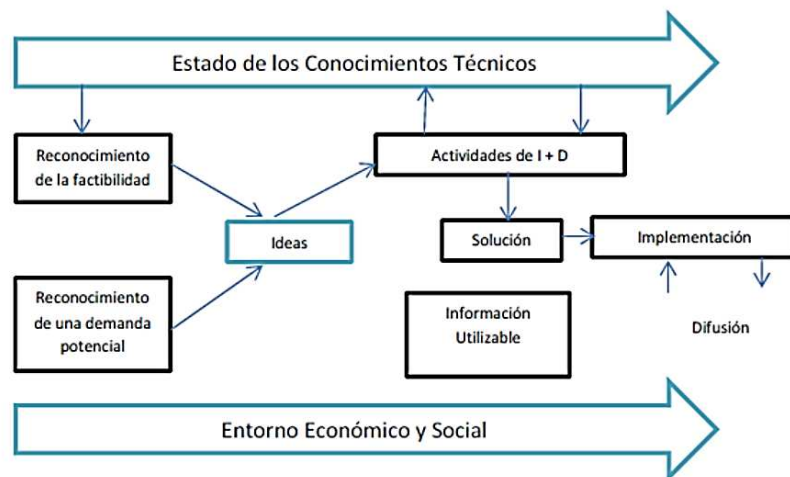
Los **modelos por etapas** consideran la innovación como una actividad secuencial de carácter lineal. En este se contempla el proceso de innovación como una serie de etapas consecutivas, detallando y haciendo énfasis, bien en las actividades particulares que tienen lugar en cada una de las etapas, bien en los departamentos involucrados.



**Figura A-4:** Modelo de innovación por etapas departamentales.  
**Fuente:** Saren (1984)

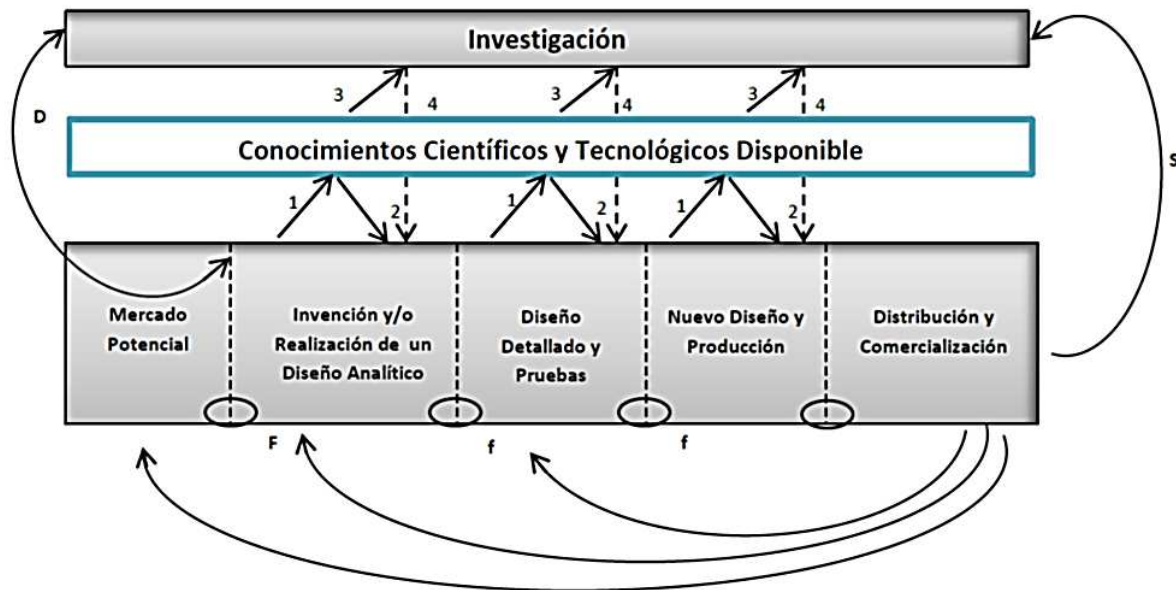
Rothwell, aborda los **modelos interactivos o mixtos**, también llamados modelos de Tercera Generación, estos fueron desarrollados en finales de los setenta y fueron considerados por las empresas como una mejor-práctica o *best practice* hasta mediados de los ochenta, migrando hacia los modelos en los que se subraya la interacción entre las capacidades tecnológicas y las necesidades del mercado que en esencia siguen siendo modelos secuenciales.

Se destacan como modelos mixtos: el modelo de Marquis, el de Roberts, el de Rothwell y Zegveld y el de de Kline, la Figura A-5 proporciona información acerca del modelo de Marquis el cual busca la factibilidad técnica y la demanda potencial.



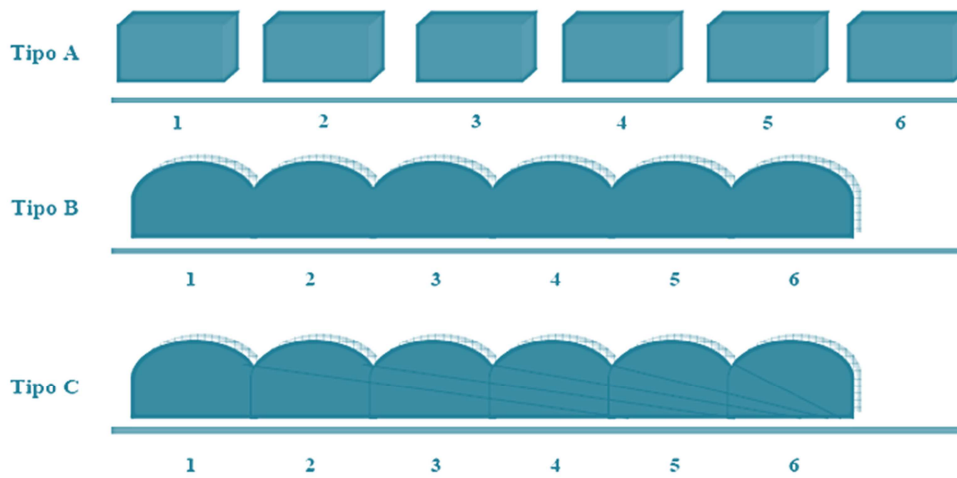
**Figura A-5:** El proceso de innovación tecnológica según Marquis.  
**Fuente:** Escorsa et, al. (2005)

Kline, propone el **modelo de enlaces en cadena** o modelo cadena-eslabón modelo de Kline, este en vez de tener un único curso principal de actividad como el modelo lineal, tiene cinco (Kline y Rosenberg, 1986). Dichos caminos o trayectorias son vías que conectan las tres áreas de relevancia en el proceso de innovación tecnológica: la investigación, el conocimiento y la cadena central del proceso de innovación tecnológica.



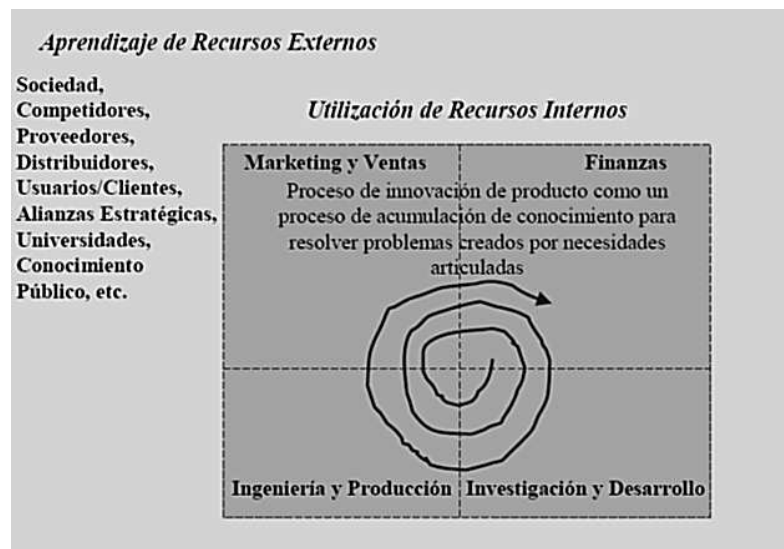
**Figura A-6:** Modelo de Kline de Enlaces en Cadena o Modelo Cadena-Eslabón.  
Fuente: Kline et al (1986)

Rothwell, se refiere acerca de los **modelos integrados** y los llama Modelos de Cuarta Generación, en este modelo se habla del *enfoque rugby* en donde en el desarrollo de producto contrasta con el enfoque tradicional de carácter secuencial y representa la idea de un grupo, bajo este enfoque, el proceso de desarrollo de producto tiene lugar en un grupo multidisciplinar cuyos miembros trabajan juntos desde el comienzo hasta el final, en este el proceso de desarrollo se va conformando a través de las interacciones de los miembros del grupo.



**Figura A-7:** Fases de desarrollo del productos secuenciales (A) vs. Solapas (B y C).  
**Fuente:** Takeuchi et, al. (1986)

El modelo de Integración de Sistemas y Establecimiento de Redes (Systems Integration and Networking- SIN) es conocido como el modelo de Quinta Generación de Rothwell. Este modelo subraya el aprendizaje que tiene lugar dentro y entre las empresas, y sugiere que la innovación es generalmente, y fundamentalmente, un proceso distribuido en red (Rothwell, 1994).



**Figura A-8:** Ejemplo de Modelo en Red.  
**Fuente:** Trott (1998) citado por Hobday (2005)

## BIBLIOGRAFÍA

- Escorsa, P. and Valls, J. (2003): *Tecnología e Innovación en la Empresa*. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Ettlie, J. E. (2000): *Managing Technological Innovation*. John Wiley, New York.
- European Commission (2004): *Innovation Management and the Knowledge-Driven Economy*. ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxembourg
- Fernández, E. (1996): *Innovación, Tecnología y Alianzas Estratégicas*. Editorial Civitas, Madrid.
- Forrest, J. E. (1991): "Models of the Process of Technological Innovation". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 3, nº. 4, pp. 439-453
- Freeman, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Pinter.
- Hidalgo, A., León, G. and Pavón, J. (2002): *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones*.
- Ediciones Pirámide, Madrid. Hobday, M. (2005): "Firm-level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries", *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 17, nº 2, 121-146.
- King, N. and Anderson, N. (2003): *Cómo administrar la innovación y el cambio. Guía crítica para organizaciones*. Thomson Editores, Madrid.
- Nieto, M. (2003b): "La investigación en Dirección de la Innovación", *Madri+d*, nº 16, abril-mayo, en <http://www.madrimasd.org/revista/revista16/tribuna2.asp>, acceso Noviembre 2005.
- Rothwell, R. (1994): "Towards the fifth-generation innovation process", *International Marketing Review*, vol. 11, nº 1. pp. 7-31.
- Saren, M.A. (1984): "A classification and review of models of the intra-firm innovation process", *R&D Management*, vol. 14, nº 1. pp. 11-24.
- Smith, K. (1997): "Economic Infraestructure and innovation systems". En Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London, 86-196.
- Takeuchi, H. and Nonaka, I. (1986): "The new product development game. Stop running the relay race and take up rugby", *Harvard Business Review*, enero-ferero, pp. 137-146.
- Tidd, J., Bessant, J. y Pavitt, K. (1997): *Managing Innovation. Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Wiley & Sons, England.
- Tornatzky L. G. and Fleischer, M (1990): *The Process of Technological Innovation*. Lexington Books, Massachusetts/Toronto.
- Trott, P. (2002): *Innovation Management and New Product Development*. Prentice Hall, Essex, UK, 2nd edition.



**C. Anexo: Mapa de la Industria de Software y servicios Asociados en Colombia**

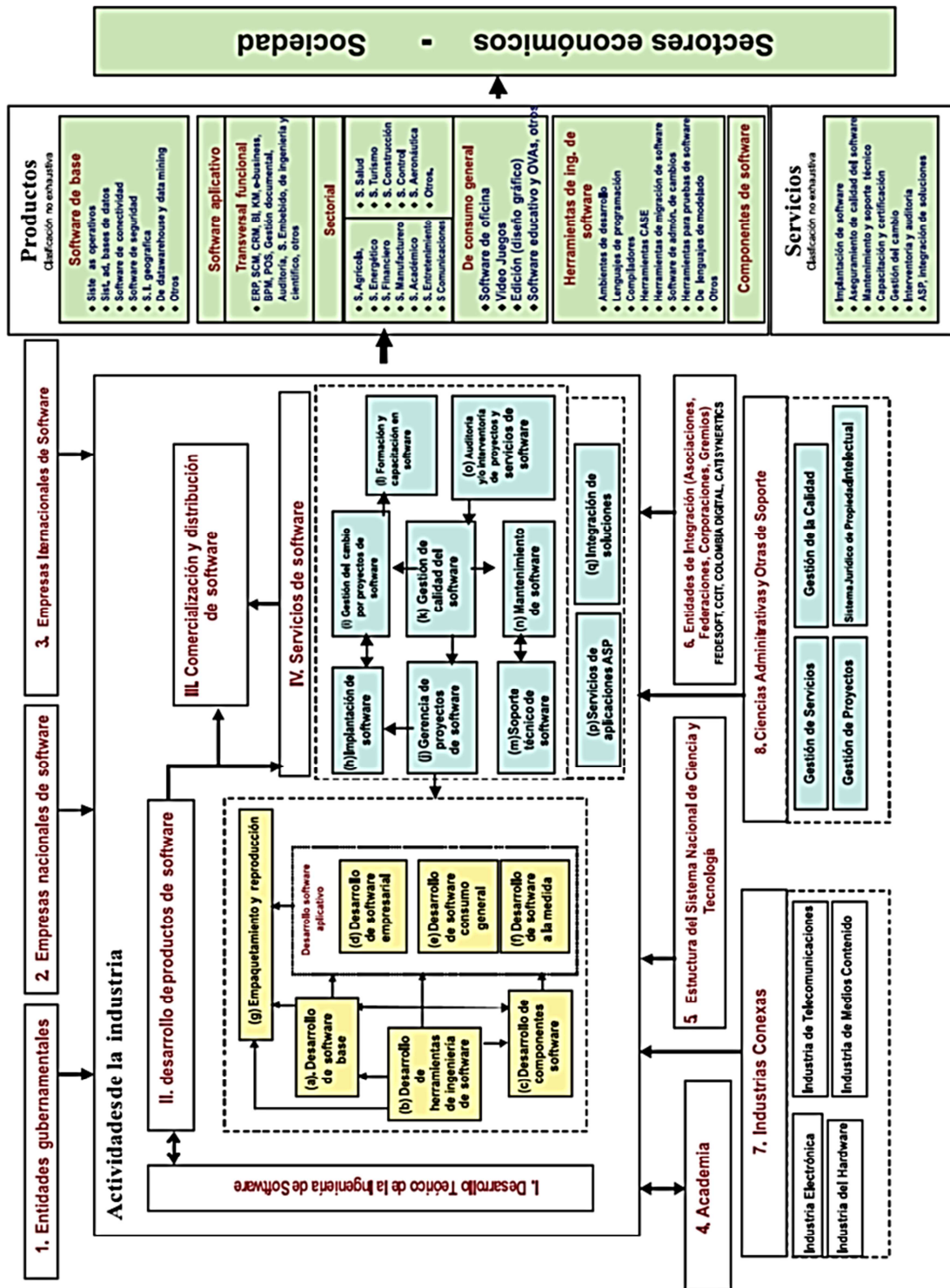
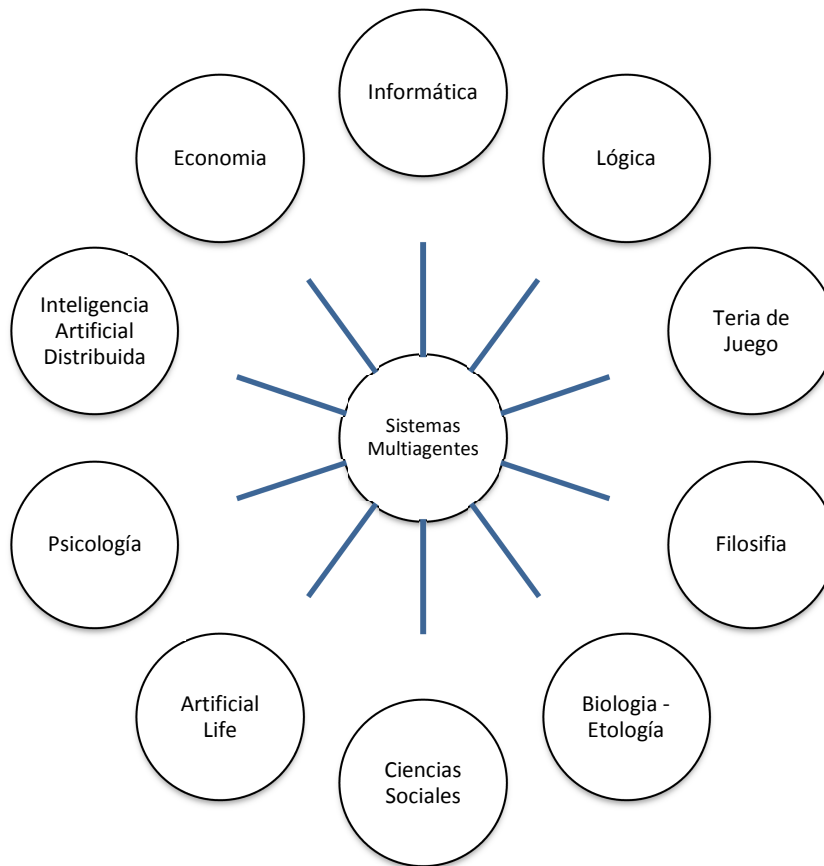


Figura A-9: Mapa De La Industria del Software y Servicios Asociados en Colombia.  
Fuente: Castellanos *et al.*, (2009), p. 66

## **D. Anexo: Principales Áreas con Aportación Directa en los Sistemas Multiagentes y la Investigación en Agentes.**

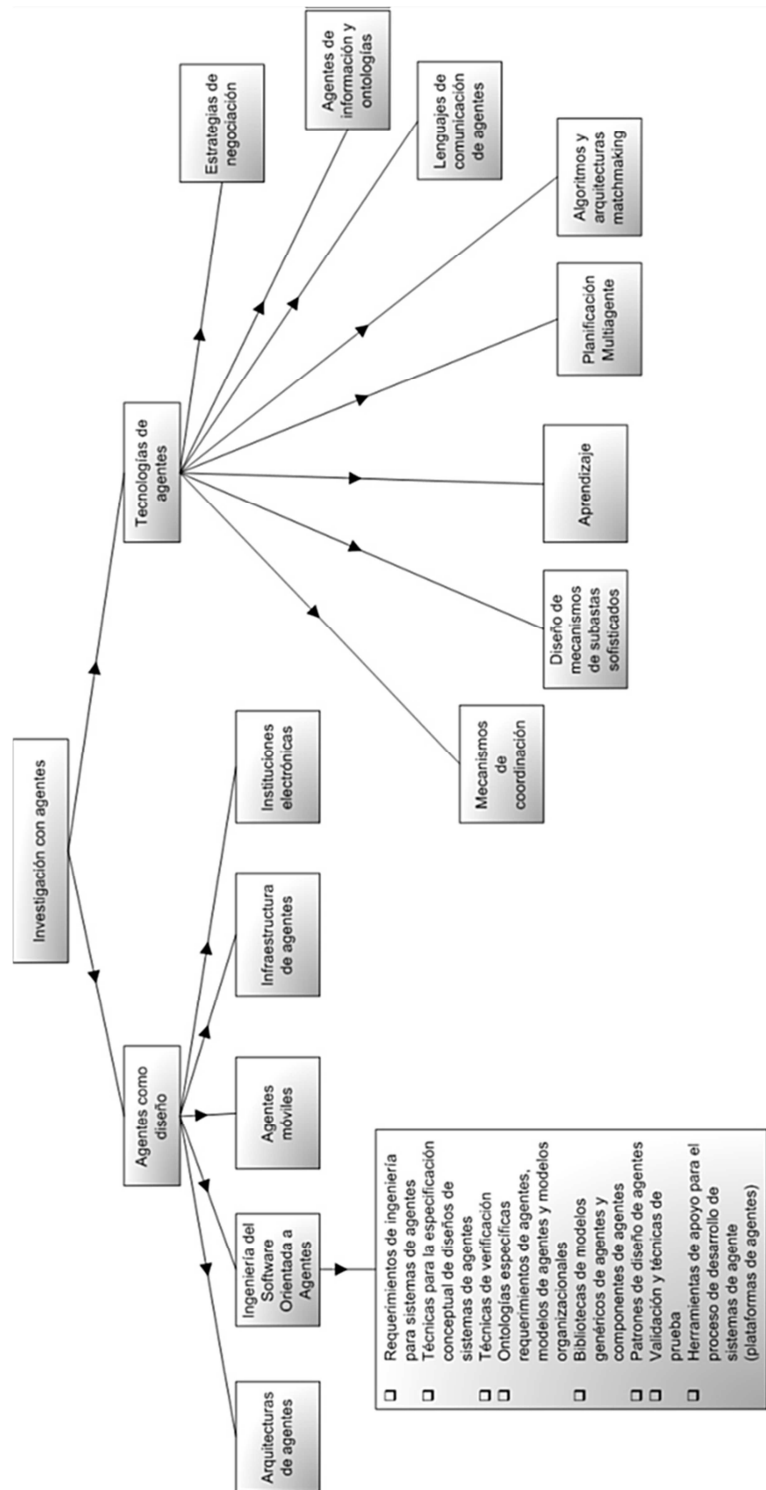
Para Galán (2007), el carácter horizontal de la tecnología de agentes hace que la investigación en este campo sea muy heterogénea y multidisciplinar. Es más, la existencia de múltiples definiciones de “agente” y el sobre-uso, por razones de moda, del término provoca que bajo la misma bandera convivan múltiples líneas de investigación muy diferentes. Los sistemas multiagentes se apoyan múltiples áreas para avanzar, ver por ejemplo Parsons y Woolridge (2002), Bergman y Tennenholtz (2002), Bredin *et al.* (2003), Fisher (2004), Fátima *et al.* (2005) o Hales (2005). Si nos fijamos en la Figura A-10 proporciona información al respecto.

Según Galán (2007) basándose en Luck *et al.* (2003;2004), en la actualidad la investigación en agentes se puede dividir en dos grandes bloques, los *agentes como diseño* y las *tecnologías de agentes*, como se recoge en la Figura A-11.



**Figura A-10:** Principales áreas con aportación directa en los sistemas multiagente.  
**Fuente:** Galan (2007)

Los agentes son especialmente apropiados para descomponer sistemas complejos en componentes distintos e independientes que se relacionan entre sí. Pero también, aportan muchísimas posibilidades para agregar las funcionalidades y poner en común, y como un todo, las unidades en las que se descompone el sistema, mediante comunicación, aprendizaje social, coordinación, etc.



**Figura A-11:** Clasificación de la investigación en MAS.  
**Fuente:** Galán (2007), A partir de Luck, McBurney y Priest (2003)

## Bibliografía

- Albino, V., Carbonara, N., and Giannoccaro, I. (2004). Innovation in industrial districts: An agent-based simulation model. Politecnico di Bari, DIMEG, Viale Japigia 182, 70126 Bari, Italy.
- Ansoff H. and Stewart, J. (1967). Strategies for technology-based business, Harvard Business Review. 43 pp.71-83.
- Arora A. and Gambardella, A. (2004). The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford University Press.
- Arora A. and Gambardella, A. (2005). The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford University Press.
- Athreye, S. (2005). The Indian software industry and its evolving service capability Oxford University Press on behalf of Associazione ICC, PP 1 of 26.
- Axelrod, R. (1997). Avancing the Art of Simulation in the Social Sciences. En: Simulating Social Phenomena, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems.
- Axelrod, R. and Cohen, M.D. (1999). Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier. The Free Press, New York.
- LeBaron, B. (2002). Building the Santa Fe artificial stock market," Working Paper, Jun. [Online]. Available: <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/blake.sfisum.pdf>
- Bandini, S., Manzoni, S. and Vizzari, G. (2009). Agent Based Modeling and Simulation: An InformaticsbPerspective, Journal of Artificial Societies and Social Simulation 12 (4) 4.
- Barnery, J. B. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of Management. 17: 99-120. 1991.
- Bastos, P., Silveira, F. (2009). Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina.
- Mendizábal, G. (2002). las estrategias para la innovación tecnológica en castilla y león.Universidad de Valladolid.
- Beme, R.W. (1968). Machine-controlled production environment, Report NATO Conf on Stwe Engg., Garmisch, 94-95, 1968 Oct 7.
- Bone, S. and Saxon, T. (2000). Developing effective technology strategies. Research Technology Management, 43 (4), 50-58.
- Bonabeau, E., Dorigo, M. and Theraulaz, G. (1999). Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems. New York: Oxford Univ. Press.
- Botelho, A. (2005). The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. Oxford University Press.
- Breschi, S. and Malerba, F. (1997). Sectoral systems of innovation. In Edquist, C. (Ed.), Systems of Innovation. London: Pinter.

- Cabrera, A., López, P. and Ramirez, C. (2011). La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio. Universidad Centarl.
- Carley, K.M. and Gasser, L. (2000). Computational organizational theory. In: Weiss, G. (Ed.), Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. The MIT Press, Cambridge, MA.
- Castañeda, J.A. (2009). Sistema regional de innovación para potenciar la industria del software en antioquia. XIII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica.
- Castellanos, O. (2007). Gestión tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia tecnológica., Ed. Universidad Nacional de Colombia.
- Castellanos, O., Fúquene, A. and Fonseca, S. L. (2009). Direccionamiento estratégico de sectores industriales en Colombia a partir de sistemas de inteligencia tecnológica., Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Editorial: Centro de Investigaciones para el Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia.
- CASTRO, B. F. (1997). Estrategias de gestión como factor de éxito. La vinculación I+D Empresa. VII Seminario Iberoamericano de Gestión Tecnológica. pp 1077-1091, La Habana, octubre.
- Cho, D. and Yu P. (2000). Influential factors in the choice of technology acquisition mode: In empirical analysis of small and medium size firms in the Korean telecommunication industry. Technovation, 20 (12), 691-704.
- Choi, T.Y., Dooley, K.J. and Rungtusanatham, M. (2001). Supply networks and complex adaptive systems: Control versus emergence. Journal of Operations Management 19, 351–366.
- Christensen, Clayton, M. (1997). The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston: Harvard Business School Press.
- Correa, C. (1996). Strategies for software exports from developing countries, World Dev. 24 (1):171-182.
- Davidsson, P. (2000). Multi Agent Based Simulation: Beyond Social Simulation. En: Proceedings of the Second International Workshop on Multi-Agent-Based Simulation.
- Dawid, P. Reimann, M. and Bullnheimer, B. (2001). To Innovate or Not to Innovate? IEEE Transactions on Evolutionary Computation (special issue on Agent-Based Computational Economics) 5(5):471–481.
- Debenham, J. and Wilkinson, L. (2003). Exploitation versus Exploration in Market Competition. SSRN Working Papers. Available at: <http://research.it.uts.edu.au/emarkets/evolul/> (accessed June 23, 2005).
- DONATE, M.J. (2005). El efecto moderador de la estrategia de conocimiento en la relación entre la estrategia de innovación tecnológica y los resultados empresariales, Tesis Doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha.
- Dosi, G., Teece, D. and Winter, S. (1992). Toward a theory of corporate coherence: Preliminary Remards. In: Dosi, et al. (ed.). Technology and enterprise in a historical perspective. Great Britain, Oxford University Press.
- Drucker, P. (1985). La innovación y el empresario innovador., Ed. Edhasa.
- Dyer, B. Song, X.M. (1998). Innovation strategy and sanctioned conflict: A new edge in innovation?". Journal of Product Innovation Management, 15 (6), 505-519.
- Fagerberg, J. (2003). "Innovation: A Guite to the Literature", Centre for Technology, Innovation and Culture, University Oslo, 2003.

- Fedesoft. Sector de TI y competitividad. (2008). Disponible en: [www.camaradirecta.com/](http://www.camaradirecta.com/). Última fecha de consulta: mayo 6 de 2009.
- Fey, C.F. and Birkinshaw, J. (2005). External sources of knowledge, governance mode, and R&D Performance". *Journal of Management*, 31 (4), 597-621
- Gambardella, A. (1992). Competitive advantages from in-house scientific research: The US pharmaceutical industry in the 1980s". *Research Policy*, 21 (5), 391-407.
- Garcia, R. and Rummel, P. (2004). Netlogo Exploration/Exploitation Agent-Based Model. Available at: <http://igimresearch.cba.neu.edu/netlogo/jpim> (accessed June 23, 2005).
- Garcia, R., Calantone, R. and Levine, Ralph. (2003). The Role of Knowledge in Resource Allocation to Exploration versus Exploitation in Technologically Oriented Organization. *Decision Science* 34(2):323–349 (Spring).
- Garcia, R., Rummel, P. and Calantone, R. (2004). The Exploration versus Exploitation Dilemma in Innovation: A Complex Adaptive Systems Approach. IGIM Working Paper, Northeastern University.
- Garcia, R., Zhao, M. and Calantone, R. (2003). The Premature Release of Next Generation Technologically-Advancing Products. Paper presented at: INFORMS 25th Marketing Science Conference, College Park, MD, June 12–15.
- Gary, S. and Larsen, E. R. (1998). Understanding Strategic Decisions in DeRegulated Markets: Accelerate Learning through Simulation. System Dynamics Group, WP – 0022.
- Garay, L. (1998). Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. *En Competitividad*. (pp. 565-566). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación + Colciencias + Consejería Económica y de Competitividad, Ministerio de Comercio Exterior, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Proexport.
- GIBBONS, M. et al. (1994). *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, London: Sage.
- Gilbert, N., Pyka, A. and Ahrweiler, P. (2001). Innovation Networks—A Simulation Approach. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4(3):8–34. Available at: <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/3/8.html> (accessed June 24, 2004).
- González, D. and Rodenes, M. (2007). Factores críticos de éxito de la industria del software y su relación con la orientación estratégica de negocio: un estudio empírico exploratorio. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação. Journal of Information Systems and Technology Management*. Vol. 4, No. 1, p. 47-70
- KIERNAM Matthew. *Los 11 mandamientos de la gerencia del siglo XXI*. Prentice Hall, 1996.
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences". *Strategic Management Journal*, 14 (5), 371-385.
- Haour, G. (1992). Stretching the knowledge base of the enterprise through contract research. *R&D Management*, 22 (2), 177-182.
- Huang, C. (2001). Using intelligent agents to manage fuzzy business processes, *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. A, Syst., Humans*, vol. 31, no. 6, pp. 508–523, Nov.
- Epstein. J. M. (2002). Modeling civil violence: An agent-based computational approach. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, vol. 99, no. 10, pp. 7243–7250, May.



- Kessler, E. H. and Bierly, P. E. (2002). Is faster really better? An empirical test of the implications of innovation speed. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49 (1), 2-12.
- Kessler, E.H., Bierly, P.E. and Gopalakrishnan, S. (2000). Internal vs. external learning in new product development: Effect on speed, costs and competitive advantage. *R&D Management*, 30 (3), 213-222.
- KLINE, S. J. and ROSENBERG, N. (1986). An overview of innovation, in Landau, R. & Rosenberg, N. (eds.), *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academy Press, Washington DC, p.289
- Kurokawa, S. (1997) "Make-or-Buy Decisions in R&D: Small Technology Based Firms in the United States and Japan". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44 (2), 124-134.
- Lebre la Rovere, R. and Hasenclever, L. (2003). *Innovación, competitividad y adopción de tecnologías de la información y de la comunicación en pequeñas y medianas empresas: algunos estudios de caso sobre Brasil*. Instituto de Economía, Universidad Federal de Río de Janeiro, Brasil.
- Lieberman, M. Montgomery, D. (1998) First-mover (dis)advantages: retrospective and link with the resource-based. *Strategic Management Journal*. 1111.
- Lin, F. and Shaw, M.J. (1998). Reengineering the order fulfillment process in supply chain networks. *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 10, 197-229.
- LUNDVALL, B. (1992). *National system of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning*, London: Pinter.
- North, M. J. and Macal, Ch. M. (2007). *Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation*, Oxford University Press, Inc.
- Jordy, M. (1993). *Tecnología y Modernización Económica*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad XOC HI MILCO, México.
- Mol, M.J. (2005). Does being R&D intensive still discourage outsourcing? Evidence from Dutch manufacturing. *Research Policy*, 34 (4), 571-582.
- Murray, J.Y., A.R. Wildt y K. Kotabe. (1995). Global Sourcing Strategies of U.S. subsidiaries of foreign multinationals. *Management International Review*, 35 (4), 307-324.
- Nishiguchi, T. (1994). *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage*. Oxford University Press, Oxford.
- PARKER, A.R. (2000). Impact on the organizational performance of the strategy-technology policy interaction. *Journal of Business Research*, vol. 47, nº 1, p. 55-64.
- Parunak, H., Savit, R. and Riolo, R. (1998). Agent Based Modeling vs. Equation Based Modeling: A Case Study and User's Guide. En: *Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation*. Springer Verlag.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change. *Research Policy* 13, 343
- PAVITT, K. (1984). Sectorial patterns of technical change. Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, nº 13, p. 343-373.
- PAVITT, Keith. ( 1991). What makes basic research economically useful? *Research Policy*. vol. 20, nº 2, p 109-119.
- PORTER, M. (1987). From Competitive Advantage to Corporate Strategy. *Harvard Business Review*, nº 1, May/June, 1987, p 43-59.
- Porter, M. (1990). *La Ventaja Competitiva de las Naciones*", Ed. Vergara 1990.

- PORTER, M.E. ( 1991). La ventaja competitiva de las naciones. Barcelona: Plaza y Janés. 1056p. ISBN: 10: 84-01-36124-9.
- PORTER, M. E. (1991). La ventaja competitiva de las naciones. Editor Vergara, S.A.,Argentina.
- Quinn, J.B. (2000). Outsourcing innovation: The new engine of growth. Sloan Management Review, 41 (4), 13-28.
- Rousseva, R. (2008). Identifying technological capabilities with different degrees of coherence: The challenge to achieve high technological sophistication in latecomer software companies (based on the Bulgarian case). Technological Forecasting & Social Change 75:1007-1031.
- Rumelt, R. (1995). Inertia and Transformation. In: Montgomery, C. (ed). Resource-based and evolutionary theories of the firm: Toward a synthesis. Dordrecht and Boston. Kluwer AcademicEgiidi, M. (1994). Routines, hierarchies of problems, procedural behaviour: some evidence from experiments. Department of economics, University of Trento.
- Schware, R. (1989). The world software industry and software engineering. Opportunities and constraints for newly industrialized economies, World Bank Technical Paper.
- Schware, R. (1992). Software industry entry strategies for developing countries: a walking on two legs proposition, World Dev.20 (2) 143-156.
- Schumpeter, J. (1942). Capitalismo socialismo y democracia., Harper Colophon Edition.
- Snarch, A. (1998). La innovación: estrategia del desarrollo empresarial., En. Seminario de Formación Empresarial. Bogotá D.C.
- Soete, L. (1985). International diffusion of technology, industrial development and technological leapfrogging, World Dev. 13 (3) 409-422.
- Steinmueller, E. (2001). ICTs and the possibilities for leapfrogging by developing countries, Int. Labour Rev. 140 (2) 193-210.
- Suárez, D. and Lugones, G. (2009). Estrategias innovativas: beneficios privados y derrames sistémicos. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Swaminathan, J.M., Smith, S.F. and Sadeh, N.M. (1998). Modeling supply chain dynamics: A multiagent approach. Decision Sciences 29 (3), 607–631.
- Swan, K.S. adn B.B. Allred. (2003). A product and process model of the technology-sourcing decision. Journal of Product Innovation Management, 48520 (6), -496.
- Teece, D. (1992). Competition, cooperation and innovation. Journal of Economic behaviour and Organization 18, 1-25.
- Teece, D. and Pisano, G. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal. Vol. 18, Iss. 7, 509-533
- Tidd. J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2005). Managing Innovation – Integrating Technological, Market and Organizational Change. New York: John Wiley & Sons.Universidad de Castilla-La Mancha, 2005.
- UTTERBACK, J.M. (1994). Mastering the dynamic of innovation, Cambridge, MA: Harvard Business School Press. 253 p. ISBN: 10: 0875843425.
- Veugelers, R. and Cassiman, B. (1999). Make and buy in innovation strategies: Evidence from Belgian manufacturing firms. Research Policy, 28 (2), 63-79.

- 
- Veugelers, R. and Cassiman, B. (2006). In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition". *Management Science*, 52 (1), 68-82.
  - Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5: 171-180.
  - West, A. (2002). Estrategia de Innovación. Clásicos COTEC. Zahra, S.A.; Covin, J.G. The financial implications of fit between types and sources and competitive strategy. *Journal of High Technology Management Research*, 5, nº 2, 1994, p.183-212.
  - Zahra, S.A., Das, S.R. (1993). Innovation strategy and financial performance in manufacturing companies. an empirical study. *Production and Operations Management*, vol. 2, nº 1, p. 15-37.