

EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN COLOMBIA: UN ANÁLISIS SISTÉMICO¹

✉ SINDY JOHANA MARTÍNEZ MARÍN²
SANTIAGO ARANGO ARAMBURO³
JORGE ROBLEDO VELÁSQUEZ⁴

RESUMEN

La industria del *software* en Colombia es considerada un «sector de clase mundial» que representa una oportunidad de fomento de la competitividad y crecimiento económico e industrial. La importancia de esta industria a nivel económico radica en el respaldo de la operatividad y estabilidad que otorga a otros sectores industriales importantes de la economía nacional. No obstante, la evidencia empírica revela limitaciones de crecimiento que deben ser superadas para lograr las metas propuestas para el sector. El presente trabajo busca identificar el problema que está en la raíz del bajo crecimiento de la industria, a través del análisis sistémico y el uso de metodologías de modelamiento. Los resultados demuestran deficiencias en el desarrollo industrial y expansión de mercados del sector, a causa del desconocimiento de la dinámica sistémica de la industria.

PALABRAS CLAVE: industria del *software*; competitividad; análisis sistémico; metodologías de modelamiento; pensamiento sistémico.

THE GROWTH OF THE COLOMBIAN SOFTWARE INDUSTRY: A SYSTEMIC ANALYSIS

ABSTRACT

Colombian *software* industry is considered a world-class sector that represents an opportunity for economic and industrial growth and boosting competitiveness. The economic relevance of this industry lays in the fact that it gives support to the operability and stability of other important industrial sectors of the domestic economy. On the other hand, empirical evidence reveals that there are growth limitations to overcome in order to achieve the proposed goals of the sector. This research work aims to identify the problem that is at the root of the low growth of the industry through a

¹ Artículo de revisión producto del proyecto de investigación «Modelamiento y simulación de estrategias de innovación para el crecimiento de la industria colombiana de *software* y su ingreso al mercado exportador», aprobado y financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), código 1118-489-25547. Este proyecto fue desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín y Bogotá, la Universidad de Antioquia y la Red Colombiana de Empresarios de *Software*, Intersoftware. Fecha de inicio: 2 de marzo de 2010. Fecha de finalización: 2 de marzo de 2012. Artículo asociado a la tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas «Evaluación de estrategias de crecimiento en la industria del *software* en Colombia», Universidad Nacional de Colombia. Se agradece la participación de investigadores internos y externos al proyecto, expertos, empresarios y comunidad académica, quienes brindaron su conocimiento y experiencia en la realización de las actividades de modelamiento.

² Ingeniera industrial Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. MCs. en Ingeniería de Sistemas Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Profesora Asociada, Universidad de la Costa (CUC). Miembro del Grupo de Investigación Producom.

³ Ingeniero civil Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Postdoctorado, Universidad de Lugano. Doctor en Ingeniería-Dinámica de Sistemas, Universidad de Bergen. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Director del Grupo de Investigación en Ciencias de la Decisión.

⁴ Ingeniero mecánico Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. PhD. en Estudios de Política y Gestión de Ciencia y Tecnología, Universidad de Sussex, Inglaterra. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Director del Grupo de Investigación en Innovación y Gestión Tecnológica.

✉ *Autor de correspondencia:* Martínez-Marín, S.J. (Sindy Johana). Universidad de La Costa (CUC): Dirección: Clle 58 # 55-66, Barranquilla, Colombia.
Tels.: (57-5) 3362200. Ext. 256-258 / (57) 321 649 4414.
Correo electrónico: smartine31@cuc.edu.co

Historia del artículo:
Artículo recibido: 19-VI-2014 / Aprobado: 03-III-2015
Disponible online: 30 de junio de 2015
Discusión abierta hasta junio de 2016

systemic analysis and the use of modeling methodologies. The results indicate deficiencies in the industrial development and market expansion in the sector, due to the misunderstanding of the system dynamic of this industry.

KEYWORDS: *Software* Industry; Competitiveness; Systemic Analysis; Modeling Methodology; System Thinking.

O CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA DO SOFTWARE NA COLÔMBIA: UMA ANALISE SISTÊMICA

RESUMO

A indústria de *software* na Colômbia é considerada uma "indústria de classe mundial" representa uma oportunidade para promover a competitividade e o crescimento econômico e industrial. A importância deste setor economicamente reside no apoio ao funcionamento e estabilidade concedida a outros setores industriais importantes da economia nacional. No entanto, a evidência empírica revela restrições ao crescimento que devem ser superados para alcançar as metas estabelecidas para o setor. O presente artigo procura identificar o problema que está na raiz do baixo crescimento da indústria, através de análise de sistemas e o uso de metodologias de modelagem. Os resultados demonstram deficiências no desenvolvimento industrial e expansão do setor de mercado, por causa da falta de dinâmica sistêmica da indústria.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de *software*; A competitividade; Análise sistêmica; Metodologias de Modelagem; Pensamento sistêmico.

1. INTRODUCCIÓN

En el estudio de los mercados industriales, la industria de *software* a nivel mundial ha presentado un crecimiento notorio (Castellanos, *et al.*, 2007; Robledo, *et al.*, 2010; Tigre y Marques, 2009). Este comportamiento ha suscitado intereses a nivel gubernamental, académico y empresarial que posicionan a esta industria como centro de desarrollo de las naciones por basarse en la innovación, conocimiento y sector de servicios (Pérez, González, 2009; Robledo, *et al.*, 2010; Pérez, *et al.*, 2009).

La industria del *software* es considerada una industria de conocimiento perteneciente a un sector estratégico de clase mundial que requiere de altos niveles de innovación y desarrollo (Pérez y González, 2009; Secretaría de Industria, Comercio y Pymes, 2005) para dar respuesta a los rápidos cambios del mercado que trae consigo el crecimiento mundial (Heshusius, 2009). Debido a los altos niveles de innovación, desarrollo y competitividad, el crecimiento de las empresas de *software* se limita (Pérez y González, 2009; Merchan y Urrea, 2007) al no poseer los niveles de capacidad necesarios para responder a los retos de esta industria (Robledo, *et al.*, 2010). A esta situación se agrega, el desconocimiento de la dinámica del sistema industrial y las restricciones en recursos para la inversión en capacidades destina-

das a la creación de estrategias de crecimiento para la industria (López y Ramos, 2007; Tigre y Marques, 2009; Londoño, 2005; Aguirre, *et al.*, 2009).

El crecimiento de esta industria ha sido favorecido desde inicios de los años 90 por la incursión de países de economías emergentes que centraron sus estrategias en el desarrollo de *software* a la medida, respondiendo a las necesidades de un nicho de mercado específico (Arora y Gambardella, 2005). Esta condición permitió el crecimiento de la demanda de este tipo de *software* que estaba limitada en el mercado por la oferta reducida (Pérez y González, 2009), promoviendo la incursión de nuevos países que centren sus motores de competitividad en el equilibrio de estas fuerzas de mercado (Arora y Gambardella, 2005; Parkin, 2009).

Para Colombia, esta industria es percibida como un sector estratégico de clase mundial porque impulsa la competitividad de los sectores industriales e iguala las oportunidades de desarrollo y crecimiento económico (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008; McKinsey, 2008; Fedesoft, 2012; Proexport, 2012). Las características de esta industria en el país se centran en las oportunidades de crecimiento del sector (Robledo, *et al.*, 2010), que a la vez se restringen por la existencia de limitaciones industriales y sectoriales (Pérez y González, 2009; Tigre y Marques, 2009; López y Ramos, 2007), representadas en problemas con los siguientes

factores: calidad de productos (Campo, 2008), especialización del recurso humano, niveles de inversión en capacidades de innovación, certificación de empresas, regulaciones de exportación y ventas (Pérez y González, 2009; Castellanos, *et al.*, 2007; Tigre y Marques, 2009; Heshusius, 2009; López y Ramos, 2007), entre otras.

En este sentido, el objetivo principal de este estudio se centra en el análisis de la dinámica industrial y en la identificación del problema del crecimiento que presenta esta industria en el país, permitiendo establecer causas y consecuencias que alimentan las barreras limitantes al crecimiento industrial. Para esto, se implementa una metodología de modelamiento con la participación de actores principales del sistema, permitiendo el cumplimiento de los objetivos que rigen esta investigación.

2. LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE EN COLOMBIA

La importancia de esta industria para el país está alineada con el Programa de Transformación Productiva (2007), desarrollado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Bajo la concepción de este programa, el sector de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) es catalogado como un sector estratégico de clase mundial que favorece el crecimiento sectorial y de la economía nacional en general (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). El objetivo de este programa para la línea en mención, es posicionar al país como uno de los más competitivos de la región en un período de 25 años (2007-2032) (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008). Específicamente para el sector *software*, la meta es bastante ambiciosa porque relaciona el aumento de las ventas a niveles de 17 % y 19 % anual para el año 2013 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2008; McKinsey, 2008); pero de acuerdo al comportamiento histórico, la realidad es otra, porque las ventas han presentado un promedio de crecimiento de 8 % anual (Proexport 2010; Proexport, 2012; Fedesoft, 2012; Fedesoft, 2011; Proexport, 2011), por lo que se deduce que hasta el momento esta meta no se ha cumplido.

Al comparar estos índices de crecimiento con los de otros países latinoamericanos que comparten similitud en algunas capacidades, se concluye que el comportamiento de esta industria en el país no es representativo de dinámicas de crecimiento acelerado (Arora y Gambardella, 2005; Heshusius, 2009; Tigre y Marques,

2009). Por ejemplo, considerando el nivel de ventas nacionales al año 2005, Brasil reporta 8213 millones de dólares; México muestra para este mismo año el mayor índice en ventas de *software* empaquetado, equivalente a 2871 millones de dólares, mientras que en Colombia, esta cifra asciende tan solo a 300 millones de dólares (López y Ramos, 2007; Pérez y González, 2009; Proexport, 2010; Fedesoft, 2012; Tigre y Marques, 2009).

La **Figura 1** muestra el comportamiento de las ventas de *software* y servicios asociados para el período 2005-2013, registrados por la Federación Colombiana de la industria del *software* y Tecnologías Informáticas Relacionadas (Fedesoft) y la organización International Data Corporation (IDC). Como se puede observar en esta figura, las ventas reportadas por la fuente IDC exceden entre un 200 % y 250 % aproximadamente a los valores presentados por Fedesoft. La explicación a esta diferencia significativa, radica en la informalidad en la que se desarrolla esta industria en el país y en la deficiente estandarización del proceso de contabilización de productos de *software* y servicios asociados (Heshusius, 2009). Otros estudios (Heshusius, 2009; Aguirre, 2010; Robledo, *et al.*, 2010; ICEX, 2012; Tigre y Marques, 2009) presentan cifras que se asemejan a las reportadas por Fedesoft, coincidiendo en valores de 300 millones de dólares para el año 2005 y un crecimiento anual aproximado al 8 %.

Lo anterior, abre campo a la implementación de una metodología de modelamiento cercana al pensamiento sistémico que permita identificar el problema del crecimiento de esta industria en el país, dando respuesta a los principales interrogantes planteados por los actores de este sistema: ¿cómo ha evolucionado la industria del *software* en el país?, ¿por qué no ha presentado el crecimiento esperado?, ¿será que los esfuerzos realizados han sido en vano?, ¿por qué nuestras empresas de *software* no son exitosas, si cuentan con factores de ventaja competitiva?, ¿por qué muchas empresas de éxito inicial, han salido del mercado?, ¿será que no conocemos la industria del *software* y sus dinámicas de crecimiento?

Algunos autores como Robledo, *et al.* (2010) y Heshusius (2009), consideran que debido a los factores de complejidad de la industria del *software* en Colombia, ésta es considerada como una industria pequeña, atomizada y bastante desarticulada. Estas condiciones

convierten al proceso de identificación del problema del crecimiento en un proceso complejo, asociado a la dificultad operativa, desarticulación de variables y actores del sistema.

Para abordar esta complejidad sistémica, se adoptó desde el campo de la investigación operativa, el uso de una metodología de identificación y planteamiento de problemas, como los talleres de modelamiento en grupo (GMB por su sigla en inglés) (Vennix y Forrester, 1999). Esta metodología es denominada «suave» por algunos autores (Arquero y Valqui, 2006; Richardson y Anderson, 1992; Andersen, *et al.*, 1997), al no requerir de alto rigor matemático y permitir la participación de actores del sistema con conocimiento de cada una de las variables y su interacción en el mismo. Adicional a los resultados de esta metodología, se desarrolló encuestas para evaluar como hipótesis las deficiencias en la capacidad de direccionamiento estratégico en las empresas colombianas de *software*.

3. METODOLOGÍA: TALLERES DE MODELAMIENTO EN GRUPO

Los talleres de modelamiento en grupo tienen como objetivo principal brindar soporte al proceso de toma de decisiones en torno a un problema tipo «Messy»

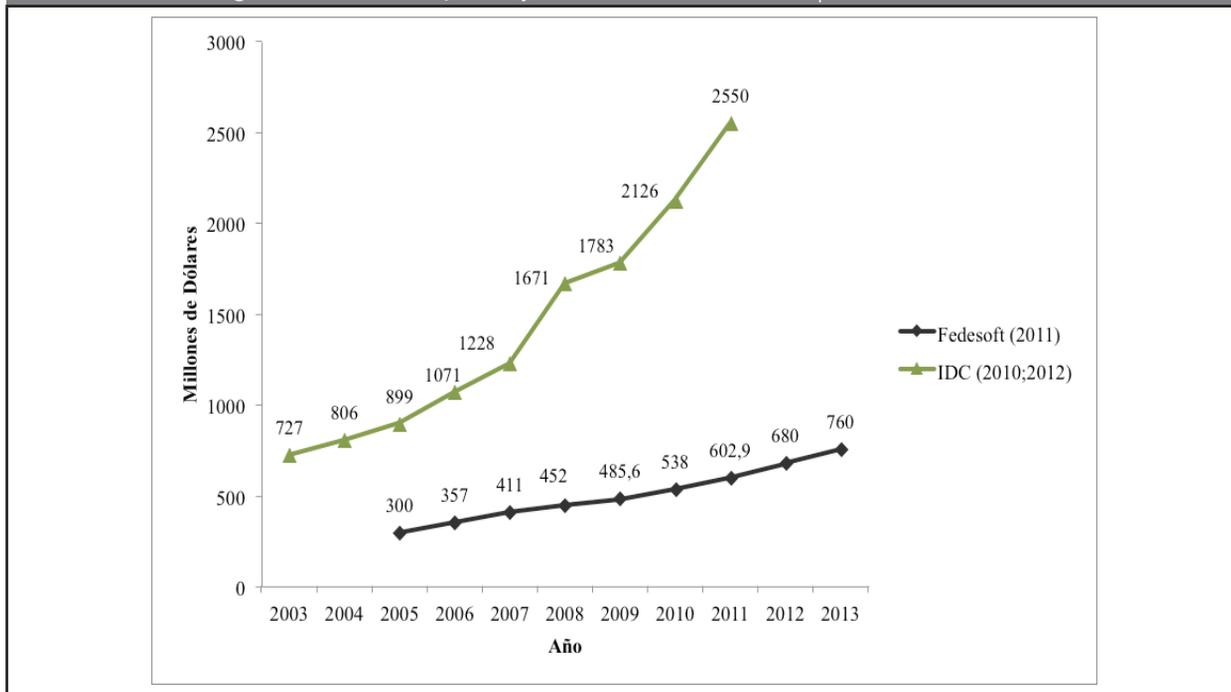
caracterizado por ser un problema con alto grado de desarticulación y desconocimiento de la interacción entre las variables del sistema (Vennix y Forrester, 1999; Daellenbach, 2004).

La metodología se basa en la construcción de modelos mentales que permitan resolver problemas del mundo real bajo una perspectiva sistémica, a través de la interacción de los actores que se identifican por roles en el proceso de modelamiento y facilitan el aprendizaje continuo en la solución de problemas (Andersen, *et al.*, 1997; Arquero y Valqui, 2006; Vennix y Forrester, 1999).

Las consideraciones de los modelos mentales son recolectadas, analizadas e interpretadas por los modeladores, que en cada una de las sesiones de realimentación interna, amplían y unifican los modelos mentales de los participantes para facilitar la identificación y planteamiento del problema en mención (Rouwette, *et al.*, 2010; Arquero y Valqui, 2006).

Los talleres de modelamiento en grupo se caracterizan por ser ampliamente aplicables a diferentes áreas, siendo una metodología de fácil desarrollo, en la cual, el conocimiento en el área de dinámica de sistemas no se convierte en un requisito indispensable a cumplir por los participantes, ya que se considera que la noción

Figura 1. Ventas de *software* y servicios asociados – Comparativo entre fuentes



sistémica es una capacidad inherente a los seres humanos (Senge, 1990), aunque en ocasiones se encuentre sesgada por la racionalidad limitada (Coleman, 1987; Simon, 1979).

No todas las características de los talleres de modelamiento son positivas. Como principal desventaja en su implementación se encuentran los problemas de interacción entre los grupos de trabajo, lo cual, ocasiona divergencia en la construcción de los modelos mentales. Para superar esta deficiencia, es recomendable combinar esta metodología con métodos de compilación de ideas, como el método Delphi, *Brainstorming*, *Nominal Group Techniques* (Vennix y Forrester, 1999), *Strategic Choice Approach*, *Cognitive Mapping*, *Multi-Methodology* (Arquero y Valqui, 2006), entre otros.

Para la correcta aplicación de los talleres de modelamiento en grupo, se requiere de los siguientes roles (Richardson y Anderson, 1992):

- El facilitador: centra su atención en el proceso de avance del grupo.
- El modelador (reflector): identifica ciclos realimentativos de información.
- El entrenador (*coach*): identifica dinámicas particulares en la formación de subgrupos.
- El recordador: toma nota de supuestos y acuerdos.
- El guardián (*gatekeeper*) de la información: guarda información importante del proceso y concentra las decisiones de los subgrupos.

Cada rol tiene una función específica dentro del proceso, pero también comparten características entre roles que permiten que puedan ser desempeñadas por la misma persona, brindando de esta manera, mayor eficiencia y soporte al equipo de modelamiento (Richardson y Anderson, 1992).

La selección de la implementación de esta metodología se sustenta en que las características de desarrollo de esta industria en el país cumplen con las condiciones de un Problema Messy, debido a la informalidad en el desarrollo operativo del sector y en las deficiencias de la capacidad de direccionamiento estratégico en las empresas.

Las sesiones de estos talleres se enmarcaron en las reuniones del proyecto de investigación *Innsoftware*

II¹, cuyo objetivo general fue enfocado al modelamiento y simulación de estrategias de innovación para el crecimiento de la industria colombiana de *software* y su ingreso al mercado exportador.

En la ejecución de este proyecto se contó con la participación de doce investigadores, además de expertos y empresarios con alto nivel de conocimiento operativo y estratégico de la industria del *software* en Colombia. La integración de los investigadores con expertos y empresarios, facilitó el paso de nociones teóricas a la construcción de conocimientos prácticos.

La distribución de roles en el desarrollo de esta actividad fue la siguiente:

- Autor 2: facilitador, modelador y entrenador (*coach*).
- Autor 1: modelador, recordador y guardián de la información (*gatekeeper*).

En el proceso de modelamiento se hizo necesaria la realización de tres sesiones principales. La primera sesión fue básicamente de realimentación interna (grupo de investigación) con la formalización del taller y la socialización de los avances investigativos por cada uno de los grupos de trabajo. En esta sesión se obtuvo como resultado, dudas generales del comportamiento de la industria en un mercado de alta competencia internacional que a través de la construcción de una matriz DOFA, permitió la identificación de fortalezas-debilidades (análisis interno), así como de oportunidades-amenazas (análisis externo).

Para ampliar el mapa mental de conocimiento de la industria del *software* en Colombia, en la segunda sesión se introdujo la participación de empresarios, expertos y comunidad académica, a través del desarrollo de entrevistas semi-estructuradas. Los resultados de esta fase validaron la matriz DOFA construida en

1 Proyecto *Innsoftware* II: Modelamiento y simulación de estrategias de innovación para el crecimiento de la industria colombiana de *software* y su ingreso al mercado exportador. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación-Colciencias, código 1118-489-25547. Proyecto desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín y Bogotá, la Universidad de Antioquia y la Red Colombiana de Empresarios de *Software*, *Intersoftware*. Fecha de inicio: 2 de marzo de 2010. Fecha de finalización: 2 de marzo de 2012.

la sesión anterior, evidenciando la realidad de las empresas colombianas de *software* y los retos a los que se enfrentan para superar las barreras restrictivas de un mercado de alta competencia.

La tercera sesión tuvo como propósito la socialización de resultados y realimentación interna, facilitando el proceso de direccionamiento de las investigaciones relacionadas con la identificación del problema del crecimiento de la industria del *software* en Colombia y la propuesta de alternativas de solución a través de la inversión en capacidades de innovación.

4. RESULTADOS

En la implementación de talleres de modelamiento en grupo, se obtuvo como resultado principal la identificación de debilidades y fortalezas en el análisis interno, así como el planteamiento de oportunidades y amenazas, considerando el análisis externo de alta competitividad industrial y sectorial. Estos resultados facilitaron la construcción de la matriz DOFA como modelo de desarrollo estratégico que permita reducir las amenazas del entorno de competencia, aprovechar las oportunidades, superar las debilidades y potencializar las fortalezas.

La matriz DOFA resume los resultados del análisis interno en la **Figura 2** y los resultados del análisis externo en la **Figura 3**.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que a pesar de que las debilidades superan en número a las fortalezas, las oportunidades son mayores y se pueden acceder a ellas con el aprovechamiento de las fortalezas y la reducción del impacto de las amenazas.

Al superar las debilidades, se influye correctivamente sobre los límites que frenan el crecimiento de esta industria en el país y se disminuye el riesgo de las amenazas del mercado.

El análisis estratégico permite el desarrollo de estrategias de carácter reactivo y ofensivo. Una estrategia reactiva está direccionada a afrontar las amenazas del entorno, a través de la acción máxima de sus fortalezas. Por su parte, una estrategia ofensiva se direcciona hacia la potencialización de sus fortalezas para aprovechar las oportunidades que brinda el mercado de competencia.

La lógica de operación de estas estrategias se resume en el siguiente ejemplo: si la principal debilidad de la industria del *software* en Colombia se relaciona

Figura 2. Análisis Interno de la Industria del *Software* en Colombia

FORTALEZAS	DEBILIDADES
F1. Exceso de mano de obra F2. Salarios competitivos F3. Zona horaria → Se trabaja más horas F4. Idioma español F5. Buenas universidades F6. Diversidad de la oferta nacional F7. Capacidad de aprender y generar ideas innovadoras F8. Experiencia del recurso humano tanto académica como empírica	D1. Poca especialización del recurso humano D2. Barreras de idiomas, especialmente inglés D3. Bajos niveles de certificación a nivel empresarial y personal D4. Productos de baja calidad D5. Bajos niveles de innovación D6. Falta de organización empresarial D7. Pocas inversiones en capacidades de innovación D8. Bajo nivel de desarrollo de I&D empresarial D9. Dispersión de las estrategias hacia múltiples líneas de investigación D10. Bajo nivel de interdisciplinariedad en la formación de los directivos de las empresas de <i>software</i> . D11. Debilidad gremial del sector <i>software</i> D12. Limitaciones en la observación del mercado D13. Poca disponibilidad de la información

con los bajos niveles de especialización y capacitación del recurso humano, entonces, se debe potencializar el incremento de la inversión en capacidad de direccionamiento estratégico como acción inicial para superar esta deficiencia. Con el mejoramiento de las capacidades del recurso humano, se solucionan significativamente problemas relacionados con la calidad de productos de *software* y servicios asociados, en términos de utilidad, grado de innovación, costos, aplicabilidad y competitividad. Además, se aprovechan otras fortalezas como el exceso de mano de obra, mayor zona horaria laboral, salarios competitivos, entre otras, que permiten el aprovechamiento de algunas oportunidades del mercado: aumento de demanda de habla hispana, apertura de nuevos mercados, crecimiento de la demanda de *software* a nivel mundial, entre otras.

Adicional a los resultados de esta metodología, se desarrolló encuestas con el objetivo de evaluar el proceso de toma de decisiones estratégicas en las empresas. Los interrogantes que conforman el cuestionario nacieron de los resultados obtenidos en la matriz DOFA, punto en el que se evidencia la necesidad de aumentar las capaci-

dades relacionadas con la formación y especialización del recurso humano, tanto a nivel técnico-operacional, como estratégico-gerencial.

Sumado a esto, en la caracterización de las empresas de *software*, se encuentra que aproximadamente el 97 % son micro y pequeñas empresas (FEDESOFTE, 2009).

De este porcentaje, la mayoría son dirigidas por ingenieros de sistemas que guían sus estrategias hacia el desarrollo operativo de *software*, restando importancia a las bases de administración y direccionamiento estratégico; es decir, todos sus esfuerzos de inversión se centran en la capacidad de investigación y desarrollo (I+D), no considerando la creación de estrategias de mercadeo, calidad, fortalecimiento del recurso humano, direccionamiento estratégico, entre otras. De acuerdo con lo anterior, se justifica la realización de esta encuesta para demostrar cómo la formación profesional de los dirigentes de las empresas, sesga el proceso de toma de decisiones estratégicas. Para el caso puntual de las empresas de *software*, estos cargos son ocupados en gran proporción por profesionales en ingeniería de sistemas, ingeniería industrial y administración.

Figura 3. Análisis externo de la industria del *software* en Colombia

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O1. Amplias posibilidades del mercado de habla hispana O2. Experiencias de países que han tenido éxito O3. Mercado en crecimiento y altamente dinámico O4. Incremento de demanda O5. Posibilidad de ingreso a otros mercados O6. Creación de nuevas empresas y productos O7. Creación de alianzas nacionales (Clúster) e internacionales O8. Experiencia del recurso humano tanto académica como empírica O10. Interés en la IS como sector de clase mundial O11. Interés de inversionistas extranjeros en la IS O12. Apoyo a los nuevos emprendimientos de base tecnológica O13. Fuentes de conocimiento a las cuales se puede acceder O14. Ideas y estrategias exitosas O15. Anticiparse a los efectos de la incertidumbre tecnológica y el mercado O16. No requiere altas inversiones en activos fijos O17. Alta virtualidad en los equipos de trabajo	A1. Capacidad competitiva de las empresas extranjeras A2. Establecimiento de multinacionales en modalidad de competencia A3. Diáspora A4. Regulaciones de exportación de <i>software</i> A5. Fuertes efectos de red de usuarios A6. Escasez de capital de riesgo A7. Conocimiento restringido A8. Dinámica de la competencia A9. Poca oferta de recurso humano calificado A10. Costos internacionales competitivos

La encuesta se realizó a estudiantes de últimos semestres de las carreras de ingeniería industrial, ingeniería administrativa e ingeniería de sistemas de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. La distribución de los encuestados por carrera fue de 50 % para Ingeniería de Sistemas, 30 % para Ingeniería Industrial y 20 % para Ingeniería Administrativa.

La organización del cuestionario facilitó la comprensión de las preguntas. Inicialmente se centró en preguntas generales de conocimiento industrial y toma de decisiones estratégicas, considerando posibles escenarios que combinan intereses y evalúan la capacidad de dirección de estas empresas. Posteriormente, se analizó la calificación de los factores clave de la industria, cuya puntuación máxima para efectos de la encuesta es de 5; además, se planteó el análisis de inversión en decisiones estratégicas que se enmarcan dentro de los objetivos empresariales, considerando restricciones económicas que añaden complejidad al proceso de toma de decisiones.

Los resultados principales de esta implementación muestran que el 57 % de los encuestados tienen conocimiento de la industria y el 54 % creen contar con competencias individuales para asumir cargos gerenciales y administrativos en una empresa de *software*, independientemente de su formación profesional. Sin embargo, el 86 % admite que requieren de estudios de posgrado en áreas administrativas o gerenciales, debido que presentan deficiencias de formación en este campo.

Bajo la propuesta de que los estudiantes accedan a opciones de financiamiento para la creación de empresas de *software*, el 71 % de los encuestados mostraron alto interés en ello, desconociendo las implicaciones y riesgos asociados a esta decisión. Esta situación es bastante común y es una de las causas de que el número de empresas de *software* en el país esté dominado por micro y pequeñas empresas (Fedesoftware, 2011; Fedesoftware, 2009).

Como consecuencia de estos resultados, en el análisis sistémico de la Industria del *Software* en Colombia, se identifica como problema principal el desconocimiento de la industria y su dinámica de crecimiento en un mercado de alta competencia; por tanto, si no se conoce el comportamiento del sistema industrial, es di-

fícil identificar las necesidades técnicas, profesionales y administrativas de estas empresas, y por ende, crear estrategias de innovación que impulsen la industria hacia el crecimiento esperado para cumplir con las metas propuestas por el Programa de Transformación Productiva (Martínez y Arango, 2012).

La **Figura 4** presenta los resultados de la calificación de factores clave de la industria, permitiendo concluir que los factores de mayor importancia para los estudiantes de Ingeniería de Sistemas son las dinámicas de crecimiento y capacidades de innovación y tecnología. Desde el enfoque de Ingeniería Industrial, resaltan los factores relacionados con recurso humano, capacidades de innovación y capacidades tecnológicas, mientras que los estudiantes de Ingeniería Administrativa se centran en factores distantes de los anteriores, como son el recurso humano, la innovación y desarrollo, estrategias de marketing y piratería.

En cuanto al tema de clasificación de estrategias de inversión, los resultados presentados en la **Figura 5** muestran que para los estudiantes de Ingeniería Industrial e Ingeniería Administrativa, predomina la inversión en estrategias de marketing, mientras que para los encuestados con formación en Ingeniería de Sistemas, su estrategia de inversión se centra en investigación y desarrollo. Como segunda opción de inversión, se resalta la investigación y desarrollo, nuevas tecnologías y certificaciones de calidad, para los estudiantes de Ingeniería Industrial, Sistemas y Administrativa, respectivamente.

Estos resultados muestran que el deficiente direccionamiento estratégico y gestión empresarial en las empresas nacionales de *software*, es el resultante del estado actual de inmadurez, insipiente y desarticulación de la industria, sumado a que el proceso de decisiones estratégicas se encuentra sesgado por el área de formación profesional de sus dirigentes. Además, el desconocimiento de la dinámica del sistema industrial en un mercado de alta competencia, frena el crecimiento de la industria y agota el capital de inversión que debería ser direccionado a estrategias de innovación que eliminen los límites al crecimiento.

Estudios similares como el realizado por Datanalysis en el año 2005 a empresas de *software* en Colombia y analizados por Heshusius (2009) en el

Figura 4. Calificación factores clave en la industria del *software*

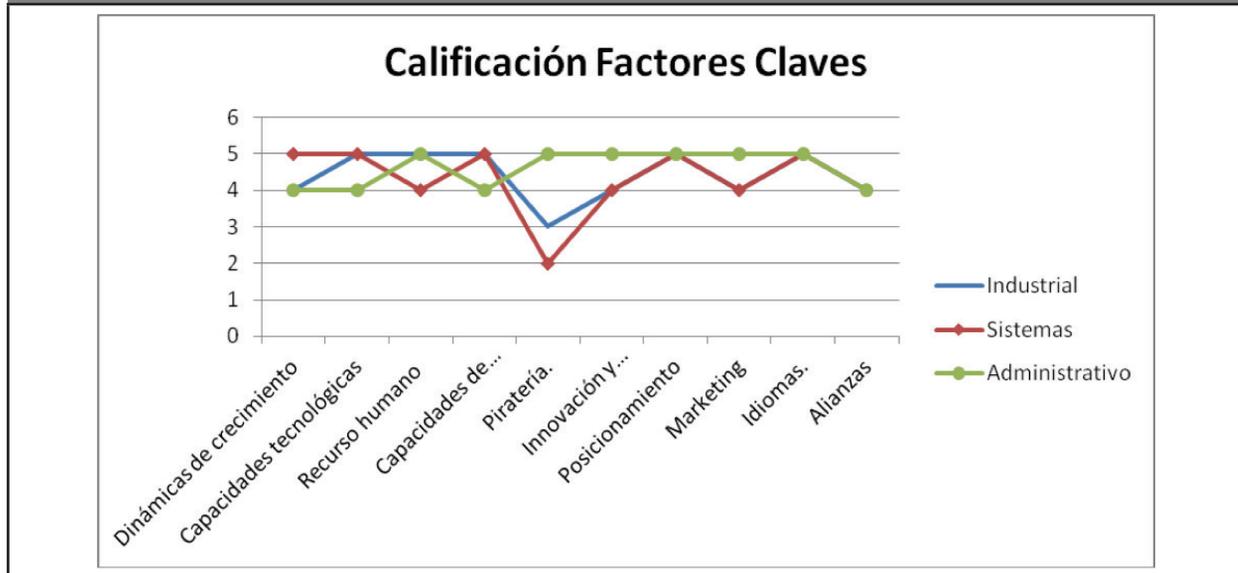
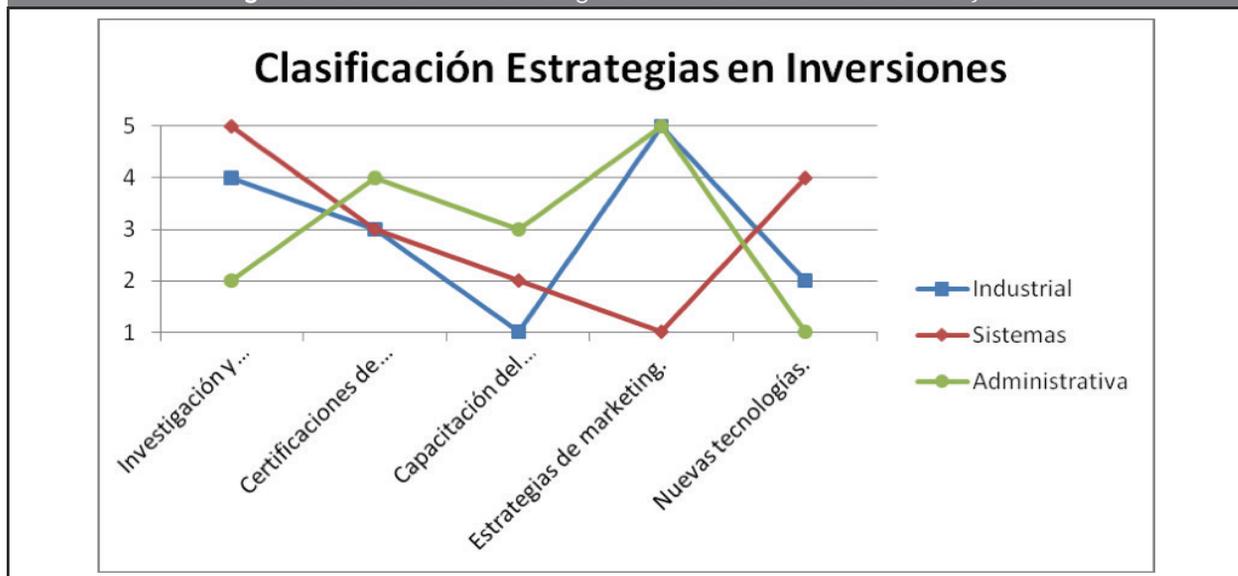


Figura 5. Clasificación de estrategias de inversión en la industria del *software*



planteamiento del desafío del desarrollo de esta industria en el país, resaltan como principales debilidades a nivel empresarial e industrial: la carencia de fuentes de financiamiento, el desconocimiento de prácticas de desarrollo, mercadeo y comercialización de *software* y servicios asociados, la falta de políticas de estado hacia la industria y las deficiencias en la capacidad gerencial (Datanalisis, 2005; Heshusius, 2009; Tigre y Marques, 2009). Estos resultados son el soporte para

las conclusiones de este estudio, con relación a que el problema de crecimiento de la industria del *software* en Colombia, se debe en principio al desconocimiento del sistema industrial y su dinámica en un mercado de alta competencia, sumado al deficiente direccionamiento estratégico de las empresas de *software*, cuyo proceso de decisiones estratégicas se encuentra sesgado por el campo de formación profesional de sus dirigentes.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se implementó el desarrollo de talleres de modelamiento en grupo como metodología de identificación y formulación de problemas en sistemas complejos. Los resultados de esta implementación permitieron identificar como problema del crecimiento de la industria del *software* en Colombia, el desconocimiento del sistema industrial y su dinámica de crecimiento en un ambiente de alta competencia. El desconocimiento de la dinámica de la industria y el impacto de la competencia, conlleva a que las empresas no inviertan en estrategias efectivas que impulsen el crecimiento industrial, pero que agotan el poco capital disponible.

Los resultados de las encuestas de toma de decisiones estratégicas soportan los resultados de los talleres de modelamiento en grupo. En estos, se destaca la deficiencia en gestión empresarial y direccionamiento estratégico en las empresas del sector, como consecuencia asociada al problema principal. Estas causalidades evidencian la formación de empresas cuyas estrategias de inversión en capacidades de innovación, se encuentran sesgadas por la formación profesional de sus dirigentes.

Los resultados anteriores se validan en la información proporcionada en estudios relacionados con la industria del *software* en Colombia, demostrando que aún persisten las mismas debilidades a nivel empresarial y a nivel industrial, pese a las investigaciones, estudios y esfuerzos realizados por varias entidades. Lo anterior es una señal de alarma que demuestra que el problema de las empresas de esta industria a nivel nacional es precisamente que desconocen la dinámica del sistema industrial, y si se desconoce el sistema, ¿cómo pueden plantearse estrategias para superar las debilidades y mitigar el impacto de las amenazas?

Las consecuencias adicionales asociadas al problema en mención, se representan en deficiencias en competitividad, calidad de los productos y servicios, representatividad en ventas y participación en el mercado. Para mitigar estos efectos, se requiere de la acción de estrategias que aborden el problema desde una perspectiva sistémica y ataquen directamente las consecuencias asociadas a este. Con base en lo anterior, se propone como metodología de solución, el desarrollo de un modelo de simulación con dinámica de sistemas,

que permita la evaluación de estrategias de innovación relacionadas con la capacidad de investigación y desarrollo (I+D), direccionamiento estratégico y marketing.

La dinámica de sistemas facilita la comprensión y aprendizaje de sistemas complejos, permitiendo explicar el sistema en términos de su estructura y la evaluación de políticas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias, la financiación otorgada al proyecto «Modelamiento y simulación de estrategias de innovación para el crecimiento de la industria colombiana de *software* y su ingreso al mercado exportador». De igual manera, se extienden los agradecimientos a *Intersoftware* (Red Colombiana de Empresarios de *Software*) y a los investigadores y estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, sedes Medellín y Bogotá, y la Universidad de Antioquia, por permitir la formación de un excelente equipo de trabajo con investigadores de alta calidad. Agradecemos sus contribuciones, aportes significativos, comentarios, sugerencias y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Agradecemos a los empresarios, miembros de la comunidad académica y expertos de la industria de *software* nacional por su colaboración desinteresada y activa participación en la realización de los talleres de modelamiento en grupo y conversatorios, gracias a lo cual fue posible el planteamiento del problema de esta investigación y el direccionamiento de la misma.

REFERENCIAS

- Aguirre, J. (2010). Metodología para medir y evaluar las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa: Caso fábricas de *software* (Tesis de Maestría), Medellín: s.n.
- Aguirre, J.; Robledo, J.; Pérez, A. L. (2009). Metodología para medir y evaluar capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa. Cartagena de Indias, Colombia, s.n.
- Andersen, D. F.; Richardson, G. P.; Vennix, J. A. (1997). Group Model Building: Adding more Science to the Craft. *System Dynamics Review*, 13(2), pp. 187-201.
- Arora, A.; Gambardella, A. (2005). The Rise and Growth

- of the *Software* Industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel. [En línea] Disponible en: <http://www.oxfordscholarship.com/oso/public/content/management/9780199275601/toc.html> [Consultado 20 agosto 2010].
- Arquero, M.; Valqui, R. (2006). Problem Structuring Methods. *Strategic Management: Methods and Models* (Tesis de Maestría), Copenhagen: s.n.
- Campo, L. (2008). Modelos de capacidad y madurez en la industria del *software* en Colombia. *Generación Digital*, 7(2), pp. 22-25.
- Castellanos, O.; Fonseca, S.; Fúquene, A. (2007). Basis for Implementing a Model of Intelligence for Strengthening the Technological Development of the *Software* Industry and its Associated Services in Colombia. *Ingeniería e Investigación*, 27, pp. 182-192.
- Coleman, J. (1987). Psychological Structure and Social Structure in Economic Models. En: *Rational Choice: The Contrast between Economics and Psychology*. s.l.:Universidad de Chicago.
- Daellenbach, H. (2004). Hard OR, Soft OR, Problem Structuring Methods. [En línea] Disponible en: <http://www.orsnz.org.nz/conf36/papers/Daellenbach.pdf> [Consultado 13 septiembre 2011].
- Datanalisis (2005). Estudio de la industria del *software* en Colombia 2005, Santafé de Bogotá: s.n.
- Fedesoft (2009). Sector de TI en Colombia. [En línea] Disponible en: <http://www.fedesoft.org/biblioteca/Colombia> [Consultado 26 septiembre 2010].
- Fedesoft (2011). FEDESOFTE. [En línea] Disponible en: <http://www.fedesoft.org/biblioteca/Colombia>
- Fedesoft(2011). Sector de TI en Colombia. [En línea] Disponible en: <http://www.fedesoft.org/biblioteca/Colombia> [Consultado 18 julio 2011].
- Fedesoft (2012). Estudio de la caracterización de productos y servicios de la industria del *software* y productos Asociados. [En línea] Disponible en: <http://fedesoft.org/estudio-de-la-caracterizacion-de-productos-y-servicios-asociados-2012/#more-470> [Consultado 10 abril 2013].
- Heshusius, K. (2009). Colombia: desafíos de una industria en formación. En: *Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina*. s.l.:Mayol.
- ICEX (2012). El Sector *Software* en Colombia: Informes sectoriales, oportunidades de inversión y cooperación empresarial. [En línea] Disponible en: http://www.icex.es/icex/cda/controller/page/ICEX/0,6558,5518394_5519172_5547593_577639_0_1,00.html [Consultado 1 abril 2013].
- IDC (2010). Estudios de *software* y servicios asociados en Colombia. [En línea] Disponible en: http://www.idccolombia.com.co/index.php?option=com_content&task=category§ionid=3&id=12&Itemid=4 [Consultado 14 mayo 2011].
- Londoño, L. (2005). Recomendaciones para la formación de una empresa de desarrollo de *software* competitiva en un país como Colombia. *Avances en Sistemas e Informática*, 2(1), pp. 41-52.
- López, A.; Ramos, D. (2007). Complementación productiva de la industria del *software* en los países de Mercosur: Impulsando la integración regional. Colombia: Mayol S.A.
- Martínez, S.; Arango, S. (2012). Análisis de la industria del *software* en Colombia: una mirada a la inversión en capacidades de innovación. En: J. R. Velásquez, ed. *Evaluación de las capacidades de innovación tecnológica en la industria del software en Colombia*. Medellín: Todográficas, pp. 120-158.
- McKinsey (2008). Desarrollando el sector de TI como uno de clase mundial, Sanfaté de Bogotá, DC: s.n.
- Merchan, L.; Urrea, A. (2007). Caracterización de las empresas pertenecientes a la industria emergente del *software* en el suroccidente colombiano. *Avances en Sistemas e Informática*, pp. 107-116.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2008). Desarrollando el sector de TI como uno de clase mundial, Santa fe de Bogotá: s.n.
- Parkin, M. (2009). *Economía*. México: Pearson Education.
- Pérez, A.; González, L. (2009). Estudio de la industria del *software* a nivel internacional, nacional y departamental. [En línea] Disponible en: http://64.76.85.60/tda2/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_3620.pdf [Consultado 20 agosto 2010].
- Pérez, A.; Robledo, J.; Guiarratana, M.; Zollo, G. (2009). Late entrant success in the *software* industry. Glasgow, UK, s.n.
- Proexport (2010). Industria de tecnologías de información. [En línea] Disponible en: <http://www.inviertaencolombia.com.co/acerca-de-proexport.html> [Consultado 17 septiembre 2010].
- Proexport (2011). Colombia: la transformación de

- un país- *Software* y servicios de tecnologías de información (TI). [En línea] Disponible en: [http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/225_Proexport%20%20Software%20y%20Servicios%20de%20TI%20\(Mayo%202011\).pdf](http://www.inviertaencolombia.com.co/Adjuntos/225_Proexport%20%20Software%20y%20Servicios%20de%20TI%20(Mayo%202011).pdf) [Consultado 14 julio 2011].
- Proexport (2012). Colombia as a Destination for IT Services & *Software*. [En línea] Disponible en: <http://www.slideshare.net/investincolombia/it-services-software-industry-opportunities-in-colombia> [Consultado 15 mayo 2013].
- Richardson, G.; Anderson, D. (1992). The Rockefeller College of Public Affairs and Policy. [En línea] Disponible en: <http://www.albany.edu/~gpr/Teamwork.pdf> [Consultado 15 noviembre 2011].
- Robledo, J.; Aguirre, J., et al. (2010). Gestión de las capacidades de innovación tecnológica para la competitividad de las empresas antioqueñas de *software*. Medellín: s.n.
- Rouvette, A.; Korzilius, H.; Vennix, J.; Jacobs, E. (2010). Modeling as Persuasion: The Impact of Group Model Building on Attitudes and Behavior. *System Dynamics*, pp. 1-21.
- Secretaría de Industria, Comercio y Pymes (2005). *Software-América Latina: Estudios de producción/mercado- Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y Desarrollo Regional*, Buenos Aires, Argentina: s.n.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday.
- Simon, H. (1979). Rational Decision-Making in Business Organizations. *Amer Economics Review*, 69, pp. 493-513.
- Tigre, P.B.; Marques, F.S. (2009). *Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina*. s.l.:Mayol.
- Vennix, J.; Forrester, J. (1999). Group Model-Building: Tackling Messy Problems. *System Dynamics*, 17, pp. 379-401.

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /
PARA CITAR ESTE ARTIGO /**

Martínez-Marín, S.J.; Arango-Aramburo, S., Robledo-Velásquez, J. (2015). El Crecimiento de la Industria del *Software* en Colombia: Un Análisis Sistemico. *Revista EIA*, 12(23) enero- junio, pp. 95-106. [Online]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2015.12.23.95-106>.