

# Recomendaciones para la Formación de una Empresa de Desarrollo de Software Competitiva en un País como Colombia

Luis Fernando Londoño Londoño

*Centro de Investigación AVANSOFT S.A.*

*lf.londono@avansoft.com*

Recibido para revisión Abril 2005, aceptado Junio 2005, versión final recibida Junio 2005

**Resumen:** En este artículo se exponen las principales consideraciones a tener en cuenta, cuando se inicie un proyecto para crear una nueva empresa cuyo objeto sea la tecnología de la información, haciendo especial énfasis en las empresas orientadas al desarrollo de software en un país como Colombia. Estas consideraciones de igual forma, pueden ser tenidas en cuenta por industrias ya creadas que requieran reorientar sus estrategias alrededor de la competitividad. En este artículo se propone una alternativa o ruta de desarrollo de una organización de TI especializada en desarrollo de software a la medida, resolviendo interrogantes básicos como: Cuál debe ser el enfoque? y en qué se deben centrar los directivos de la organización para lograr avances importantes con el propósito de que la organización sea competitiva a nivel nacional e internacional?.

**Palabras Clave:** Conocimiento, innovación, estrategia, servicios, calidad, procesos, indicadores, competitividad, certificaciones, investigación.

## 1 INTRODUCCIÓN

Quienes tengan y dominen la información, tendrán el poder y serán quienes pongan las condiciones en el mundo global. Las organizaciones de los países tercermundistas enfrentan nuevas formas y condiciones que deben ser vistas como oportunidades más que amenazas para poder ser protagonistas de los nuevos avances de la Tecnología de la Información.

Entender el conocimiento como un todo en las compañías de tecnología de la información abre caminos que las acerca a la competitividad, el conocimiento debe ser visto como algo alcanzable y real.

Es el momento de buscar estrategias para desarrollar compañías que tengan la capacidad de competir y ganar un espacio importante en los mercados mundiales de tecnología.

El mundo avanza y la velocidad es una característica de las organizaciones modernas, la información, el activo más valioso, y el recurso humano en continuo entrenamiento es la clave para alcanzar los niveles de éxito que exigen las condiciones del nuevo orden mundial, la globalidad.

Todo lo expuesto en el artículo ha sido aplicado, es el producto de la experiencia obtenida al hacer parte de la evolución de una compañía de tecnología de la información, compañía que sigue siendo vista por sus creadores

como un proyecto en continuo desarrollo, cuyo objetivo principal es desarrollar software como industria y crecer sin dejar de ser competitiva.

Con el fin de poder ilustrar de forma precisa el modelo de empresa propuesto, el artículo a partir de esta sección se divide en tres partes: el contexto general, el modelo de empresa propuesto y la descripción de un caso real que ha aplicado el modelo.

La primera parte, el contexto general del modelo de empresa propuesto, hace énfasis en temas fundamentales y básicos como: recurso humano, conocimiento, calidad, certificaciones, competitividad, investigación, la relación entre universidad y empresa y los compromisos que debe establecer la organización.

La segunda parte, describe los elementos en los que se debe enfocar la empresa y que le dan la posibilidad de ser competitiva, se describe en esta sección del artículo, el enfoque en cuanto a: la estructura, los procesos, la estructura preparada para la investigación, el enfoque estratégico y la estructura de procesos propuesta para la organización competitiva.

La última parte se centra en realizar una descripción de forma general, de una empresa real, como un caso en el que se ha aplicado el modelo de forma exitosa. El artículo finaliza con unas conclusiones y recomendaciones de acuerdo a la propuesta realizada.

## 2 CONTEXTO GENERAL

Cuando existe una filosofía corporativa a partir de principios de formalidad, disciplina y orden, se puede observar que si un grupo de trabajo ha desarrollado proyectos por varios años, unido como un equipo identificado con esa filosofía, la organización se comienzan a ver como una sola unidad compacta, sistemática y con un mismo enfoque. Es a partir de ese momento que la experiencia se convierte en principio y la comunicación entre los miembros se maneja en un mismo lenguaje.

En esta sección se hará énfasis en esos principios que le podrían permitir a las empresas tener la filosofía que hace compañías competitivas, filosofía que gira además alrededor de los procesos, las estrategias, la investigación y las buenas prácticas de medición para mejorar.

A continuación se describen algunos conceptos de los que se pueden extraer principios para ser incorporados como parte de la filosofía de una organización que desarrolla software y que busca mecanismos para ser competitiva.

### 2.1 El Recurso Humano

La base de la estructura de una organización de TI competitiva que desarrolla software, debe ser el recurso humano calificado. No son muchas las Universidades de un país como Colombia que están formando profesionales de un buen nivel, las que si lo hacen se distinguen y es en este punto donde las organizaciones deben estar preparadas para recibir ese talento nuevo, se requieren directrices claras de entrenamiento e incorporación a la vida laboral para aprovechar la vitalidad cognoscitiva con la que ingresan. Es importante tener claridad del perfil del profesional que se requiere incorporar a la organización. No se debería esperar un Ingeniero experto en herramientas y otras competencias que se apartan del perfil para lo cual fueron formados, se requieren procesos de selección y profesionales de recursos humanos que sepan distinguir las diferencias que existen entre las competencias del Técnico, el Tecnólogo y el Ingeniero.

Está comprobado que existe talento y vitalidad en los jóvenes profesionales de las Universidades de países como Colombia, que egresan con un nivel muy alto, ya sea porque la Universidad los apoya o por iniciativa y esfuerzo propio, todos ello constituyen un ejército para generar riqueza y desarrollo para el país. La organización que incorpore este talento debe ofrecerles oportunidad de seguir avanzando en su desarrollo profesional, el solo pregrado, no es suficiente, se requieren especialistas, profesionales con maestrías y doctorados en áreas de la tecnología de la información, con estos niveles es que se puede competir y ganar espacios en la comunidad mundial. En la medida que se cuente con un recurso de alto nivel de formación, se tendrá más capacidad de

crear e innovar, además es evidente que las compañías que contratan servicios, se sienten mejor respaldadas.

En la medida que las Universidades ofrezcan alternativas de educación superior de alto nivel y las organizaciones apoyen con inversión en la formación de sus profesionales, se logrará un desarrollo acelerado del nivel que se requiere para ser competitivo. Además que la empresa invierta en el recurso humano proporcionando apoyo económico y tiempo para desarrollar actividades académicas, es necesario que la universidad ofrezca programas de alto nivel en especializaciones, maestrías y doctorados. En el medio colombiano estas opciones son muy pocas.

Si bien son pocas las universidades que forman buenos profesionales en Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas, también existen pocas las empresas preparadas para recibir los talentos que salen de esas buenas universidades, son muchos los profesionales que terminan absorbidos por empresas que no tienen el nivel que ellos requieren.

En general con el recurso humano se presentan dos escenarios: profesionales que salen muy bien preparados y que en las industrias los encasillan y no les permiten desarrollar sus capacidades o aplicar las buenas prácticas que aprendieron, o estudiantes que salen con un perfil muy bajo y que la compañía tiene que incurrir en costos de entrenamiento previo antes de que lleguen a ser productivos. Es un reto para la industria y la universidad superar y mejorar estos aspectos, estas dos situaciones tienen influencia negativa en los propósitos de competitividad.

### 2.2 El Conocimiento

La Gestión del Conocimiento es una disciplina que emerge y que promete capitalizar el recurso intelectual de las organizaciones. El concepto del conocimiento está lejos de ser nuevo y las frases que contienen la palabra conocimiento tal como "bases de conocimiento" y la "ingeniería de conocimiento" han estado alrededor por mucho tiempo [Rus, Lindvall y Sinha (2001)].

Los avances de la tecnología han hecho que se pierda el concepto o sustento de pensar que entre más información se oculta, más competitivo se es. Seguramente ese concepto aplique para otro tipo de industrias; la Ingeniería de Software sobre la cual están basadas las organizaciones que desarrollan software, no puede ser vista como una fórmula para hacer productos tangibles, esta ingeniería proporciona prácticas y enfoques estratégicos fundamentados en las ciencias básicas, que proveen elementos para darle solución a problemas específicos de los clientes que requieren de sistemas que apoye sus procesos productivos. Las prácticas propues-

tas en modelos como CMMI<sup>1</sup>, ISO/SPICE<sup>2</sup>, estándares como los de ISO9000<sup>3</sup>, la IEEE<sup>4</sup> e incluso propuestas como el proyecto SWEBOK-2004<sup>5</sup>, experiencias de diseño recopiladas a través de patrones de diseño [gamma] o patrones de arquitectura [fowler u otro] e incluso soluciones de código libre para problemas específicos, son productos importantes que están disponibles para todo el que los considere factibles de implementar, no están ocultos para nadie.

Ocultar información no es el camino para marcar diferencia, el camino es la velocidad con la que se renueva el conocimiento en la organización; es la innovación.

El conocimiento en las organizaciones, se convierte en un activo que requiere gestión y protección, y cuando se habla de protección, se está hablando de estrategias que permiten que la organización no pierda este conocimiento y lo utilice para su beneficio. En las compañías que desarrollan software, las personas que hacen parte de ella, son primordiales en la gestión del conocimiento.

Más que hacer grandes esfuerzos para no compartir conceptos, se debe buscar como recopilar en estructuras y medios adecuados la experiencia de proyectos de tal manera que puedan ser referentes para la toma de decisiones en nuevos proyectos.

### 2.3 La Calidad

Un problema común en el aseguramiento de la calidad, es que la ésta es percibida como una meta secundaria [McConnell (1993)]. Las organizaciones desarrolladas comprenden que la calidad ya no es un elemento diferenciador, es una característica obligatoria que se exige de los productos y servicios; los clientes no aceptan el argumento de que se le agrega valor porque se le entrega productos de calidad, este argumento ha perdido validez y si no se demuestra calidad, los clientes no compran, el proveedor comienza a tener menos opciones en el mercado como oferente y fracasa.

Es necesario ver la calidad como un atributo que los productos y servicios deben tener. Se requiere que las características que hacen que un producto sea de calidad, deba ser asegurada durante su construcción, cuando ya está construido y cuando se está usando.

El aseguramiento de la calidad del software, es un programa sistemático de actividades planeadas y diseñadas para asegurar que el sistema cumple con las características deseadas [McConnell (1993)]. De acuerdo

a la afirmación de McConnell, la calidad se asegura, no solamente validando que el producto cumple con las funcionalidades que el cliente ha pedido; se hace necesario articular en un proceso coherente elementos de calidad desde diversas perspectivas. Los elementos que desde la práctica consideramos relevantes articular en el enfoque de calidad son los siguientes:

- Asegurar la calidad a todos los demás productos que conforman el producto como los artefactos que representan la solución del problema (modelos de requisitos, análisis, diseño, construcción, distribución), la arquitectura del sistema y todos aquellos manuales y documentos que hacen parte del producto.
- Asegurar que los procesos que están siendo ejecutados para desarrollar el producto son bien aplicados y cumplen con las metas fijadas a partir de los objetivos propuestos de los procesos.
- Asegurar que el proyecto que ha sido establecido para desarrollar o mantener el producto, no se desvía de la ruta crítica, aplica la metodología adecuadamente y cumple con las metas fijadas en los procesos.
- Asegurar la calidad de la comunicación de los grupos de trabajo, que su desarrollo profesional sea sostenible y que no sacrifican la calidad de vida por su trabajo, el trabajo debe hacer parte de esa calidad de vida.
- Implementar buenas prácticas de Gestión de la Configuración que hagan posible una adecuada identificación de los ítems de configuración, el control de cambios, control de versiones y liberaciones y demás prácticas que garantizan la integridad y seguimiento del producto software.

El aseguramiento de la calidad del software, es un programa sistemático de actividades planeadas y diseñadas para asegurar que el sistema cumple con las características deseadas [McConnell (1993)].

### 2.4 La Competitividad

La competitividad podría definirse como una función en la que intervienen dos variables: la productividad y la

<sup>1</sup>CMMI: Capability Maturity Model Integration, modelo de capacidad de madurez integrado de la Universidad Carnegie Mellon, USA.

<sup>2</sup>ISO/SPICE: SPICE(Software Process Improvement and Capability dEtermination), de los institutos ISO y IEC.

<sup>3</sup>ISO9000: Estándar internacional para los procesos de aseguramiento de la calidad, de International Organization for Standardization (ISO) y de International Electrotechnical Comisión (IEC).

<sup>4</sup>IEEE: Institute of Electrical an Electronics Engineers.

<sup>5</sup>SWEBOK-2004: Proyecto de la IEEE, define las áreas del conocimiento básicas de la Ingeniería de Software como disciplina.

calidad. Las organizaciones de TI que desarrollan software, deben enfocarse a la gestión de la productividad y la calidad como un mecanismo adecuado para ser competitivas, debe existir total equilibrio entre las dos variables, no es posible que se renuncie a una con el pretexto de estar haciendo énfasis en la otra.

Cuando se es competitivo, se tiene la oportunidad de ser un aliado de los clientes, se contribuye a su desarrollo; de otra forma, se contribuye a destruir valor. Para los clientes un producto de mala calidad o entregado mucho después de sus expectativas, le significa un costo de oportunidad muy importante.

Las organizaciones que quieren ser competitivas, deben contar con profesionales que no se conformen con ser únicamente expertos en el uso de tecnología. Se deben tener estrategias que ofrezcan alternativas de desarrollo profesional de alto nivel a dichos profesionales. Además los profesionales deben ir adquiriendo una visión integrada no solo desde la tecnología sino desde el negocio mismo de las organizaciones para las cuales se desarrolla software.

La competitividad es el elemento clave de los líderes con visión, decididos a enfrentar los nuevos retos que ofrece el mundo global y que entienden la riqueza como mecanismo generador de oportunidades y de desarrollo colectivo.

## 2.5 La Investigación

Si se quiere sobrevivir en un mundo global como compañía de tecnología se debe invertir en investigación, no se debe ser únicamente usuario pasivo de tecnología, hay que proponer nuevas alternativas y mostrarse al mundo como un proponente activo del desarrollo tecnológico a nivel global.

La investigación se dificulta y se hace más costosa con esfuerzos individuales, es por eso que se deben buscar sinergias con el estado, la universidad pública, la universidad privada y otras organizaciones que ofrecen apoyo para investigar.

La inversión en investigación, requiere de importantes recursos, se deben buscar alternativas y aprovechar algunas iniciativas estatales a través de organismos que tienen recursos como COLCIENCIAS en Colombia. Además es factible orientar estrategias que permiten realizar trabajos con Universidades públicas y privadas, para esto se requiere fortalecer los vínculos empresa-universidad sin perder la visión de la función que tiene la Universidad de formar no usuarios de tecnología, sino en lo fundamental y la base de conocimiento de las diferentes disciplinas.

Investigar es posible, siempre que los dirigentes crean que no es un gasto, que sepan que es una inversión como muchas otras que se realizan con el fin de mantener el equilibrio en cuanto a desarrollo tecnológico se refiere.

## 2.6 Universidad y Empresa

Se debe buscar estrechar vínculos con la Universidad para unir esfuerzos alrededor de la investigación. El vínculo con la Universidad requiere de mucha claridad, es por eso que la empresa debe tener en cuenta que:

- En su ciclo de formación básica la función principal de la Universidad es formar talentos con excelencia en lo fundamental: las ciencias básicas en especial las matemáticas y el segundo idioma, marcan un elemento diferenciador en los ingenieros, el inglés no debe ser una competencia de privilegiados que han tenido la oportunidad de obtenerla por recursos propios, por el contrario es una obligación de todo ingeniero independiente de su condición, leerlo, escribirlo y hablarlo muy bien. En los ciclos de formación avanzada, la universidad forma profesionales que desarrollen competencias y capacidades para la investigación.
- No se puede esperar que la Universidad forme ingenieros expertos en usar herramientas, ya que su función no es posicionar productos de los proveedores de tecnología, las universidades que se diferencian por su excelencia en la formación de ingenieros talentosos y de alto nivel, tienen plena convicción de su función y forman en lo fundamental.

En este contexto, el objetivo de tener un vínculo con la Universidad debe ser unir esfuerzos para investigar, buscar darle claridad en los conceptos que aparecen con las tecnologías emergentes, compartir experiencias, abordar la solución de problemas reales que día a día enfrentan los ingenieros de las organizaciones; no se debe buscar la Universidad como el medio para divulgar y promocionar productos, debe ser vista como la fuente que provee las alternativas de nuevos conocimientos y de talentos bien formados como principal recurso para alcanzar los niveles de competitividad que se requieren.

## 2.7 Las Certificaciones

Las certificaciones son acreditaciones que realizan organismos autorizados por las organizaciones internacionales de estandarización como la ISO/IEC, en donde se reconoce que la compañía cumple con las normas establecidas en el estándar. La certificación es importante y se requiere como un medio para identificar la organización.

Las certificaciones deben ser más que acreditaciones a los procesos de gestión de calidad, es necesario buscar y contar con prácticas, técnicas y herramientas para lograr llegar a los clientes con productos y servicios de calidad. Desde la óptica de la ingeniería en una empresa que desarrolle software, los certificados no deberían ser

más que un respaldo comercial que es presentado cuando es exigido. Los certificados no deberían ser vistos como un elemento de Ingeniería, lo que si hay que ver como Ingeniería, es asegurar que los procesos de la organización estén debidamente estructurados y que incorporen prácticas de la Ingeniería de Software y de Sistemas que permitan entregar a los clientes productos de calidad, cumplir con sus requerimientos y satisfacer o superar sus expectativas de tiempo y costo.

Es importante tener claridad de lo que representa un sistema de Gestión de la Calidad para las organizaciones de Desarrollo de Software, debe ser una herramienta que apoye el trabajo de un equipo que quiere cumplir objetivos, incluidos los clientes; no puede ser la herramienta para justificar lo que no se está realizando o no se realizó de forma adecuada en un proyecto, no puede ser un obstáculo para hacer Ingeniería, menos para no realizar una gestión eficaz de los proyectos de Desarrollo de Software.

Lo que se debe buscar es implementar buenas prácticas a partir de la Ingeniería de Software y basados en las áreas de conocimiento [SWEBOK (2004)] que fortalezcan el sistema de calidad de la organización, no es recomendable desgastar los esfuerzos en un proceso de certificación únicamente. Cuando se logran implementar buenas prácticas fundamentadas en la Ingeniería de Software, las certificaciones y las evaluaciones se garantizan.

## 2.8 El Compromiso de la Organización

Los líderes de las organizaciones de TI que desarrollan software en países como Colombia, deben buscar que en toda la organización exista el empeño de entregar productos y servicios de calidad, de ser una compañía de alto nivel en Ingeniería de Software e Ingeniería de Sistemas, de lograr el reconocimiento no por los títulos, certificados y demás; si no porque los clientes ven la organización como un aliado estratégico, porque el grupo humano crece, porque se genera riqueza y se le aporta al desarrollo del país.

Hay que buscar que a la organización la reconozcan como una compañía transparente con los clientes, los proveedores, la gente que hace parte ella y que cumple a cabalidad con las leyes y las obligaciones tributarias. No se le puede apostar la trampa, al engaño y en general a ninguna práctica corrupta.

Se debe crear una cultura organizacional comprometida con la calidad y la productividad, orientar las estrategias para que los clientes reconozcan a la empresa como una de las mejores alternativas para desarrollar sus sistemas por la capacidad y no porque el mercado no ofrece más alternativas.

Es necesario buscar clientes, proveedores y colaboradores igualmente transparentes, en donde prime el com-

promiso del beneficio mutuo, la relación sea de largo plazo y se tenga el espacio para basar el vínculo comercial en una comunicación clara y sincera.

Las compañías deben ser abiertas con el conocimiento en Ingeniería de Software y de Sistemas, lo único que no se debe revelar, es la información de los clientes, se debe considerar y proteger como si fueran un activo informático propio.

Se requiere fijar compromisos con la Universidad, abriendo en la medida de las posibilidades y recursos, espacios para que estudiantes y profesores puedan compartir conocimientos y experiencias.

## 3 MODELO PROPUESTO DE UNA EMPRESA COMPETITIVA

### 3.1 La Estructura de la Organización Preparada para la Competitividad

El modelo de compañía que se propone en este artículo, es un modelo cuya estructura está enfocada a los procesos, procesos que son la base para cumplir con los objetivos de la organización de ser competitiva. Además de ser una estructura enfocada a los procesos, está debe tener sus cimientos basados en talentos, líderes y visionarios que buscan el mejoramiento continuo.

Los líderes que orienten la organización, deben tener una visión clara de la organización del presente y el futuro, deben ser estrategas con la capacidad de definir las directrices que garanticen el fortalecimiento financiero, administrativo, comercial y humano de la organización.

La estructura de la organización, debe estar fortalecida con un organismo que oriente el desarrollo tecnológico de la organización, debe existir una unidad estratégica encargada de la Investigación y Desarrollo que garantice un desarrollo sostenible y acorde a los avances tecnológicos a nivel mundial. Es necesario comenzar a pensar, que las empresas que desarrollen software y quieran estar al nivel de las grandes organizaciones del mundo, necesitan contar con un centro de investigación de forma permanente y recursos suficientes para desarrollar actividades de investigación de forma continua.

### 3.2 El Enfoque de los Procesos en las Organizaciones Competitivas

La formalidad hace parte de las estrategias que una organización que desarrolla software debe incorporar como parte de su cultura organizacional, esta formalidad es posible establecerla cuando se orienta la organización por procesos y estándares que faciliten la comunicación entre los individuos que la componen. La estructura de los procesos no es suficiente, se requiere además establecer un lenguaje común alrededor de los términos y de la representación de los problemas, al igual que métodos, técnicas y políticas que complementen estos procesos.

Otro de los puntos importantes que se requiere establecer en las organizaciones que buscan la competitividad como elemento principal de su desarrollo, son los mecanismos que le permiten medir y saber si se están cumpliendo las metas establecidas en los procesos, los productos y los proyectos de la compañía, contar con indicadores que muestren en cualquier instante el estado y el nivel de cumplimiento de las metas, se convierten en la herramienta más efectiva para saber como va la organización. Los indicadores definidos a partir del plan estratégico de la organización que se basa en metas son una excelente alternativa.

Es de suma importancia tener en cuenta en la organización, que las mediciones empresariales reflejan la salud relativa de esta y que estas medidas, ayudan a orientar el funcionamiento total de la organización y el esfuerzo de la mejora continua de los procesos [Rus et al. (2001)].

En la Figura 1, se muestra los elementos que deben hacer parte de los procesos que deben ser definidos en la organización.

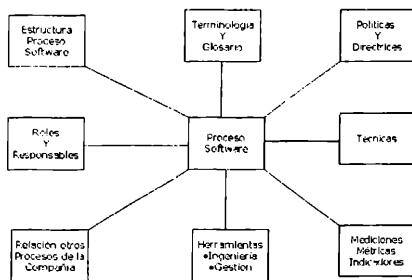


Figura 1: Elementos que conforman los procesos

### 3.3 Estructura del Centro de Investigación

El modelo considera la investigación fundamental para el cumplimiento de las metas, se requiere incorporar a la estructura organizacional un Centro de Investigación a través de una unidad estratégica: una Gerencia de Investigación y Desarrollo (I + D).

El centro de investigación debe tener una estructura autónoma y con presupuesto propio para desarrollar sus actividades, la estructura puede estar conformada por seis capítulos básicos, que pueden ser ampliados siempre teniendo como punto de referencia el enfoque tecnológico de la organización. Los seis capítulos básicos son:

- Ingeniería de Software
- Ingeniería de sistemas
- Aseguramiento de la calidad de Software

- Investigación
- Desarrollo Tecnológico e Innovación
- Arquitectura de Software

Estos seis capítulos (ver Figura 2) deben estar liderados por recurso humano especializado y único para el centro, que desarrolle actividades propias del centro y dé apoyo a todo el complejo productivo de la organización.

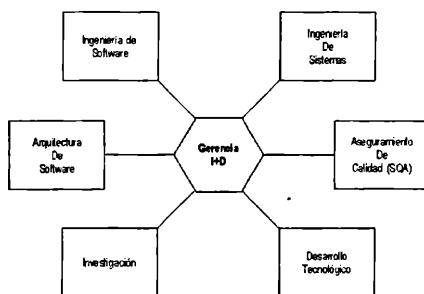


Figura 2: Estructura I + D empresa modelo

Esta unidad requiere tener como objetivo principal, el desarrollo tecnológico sostenible, en los que la calidad y la innovación son los principales elementos a los que se orienten las estrategias.

Alrededor de cada capítulo se planean actividades de investigación como proyectos, ya sea proyectos internos o proyectos en conjunto con Universidades, se busca con este esquema lograr tener un vínculo muy fuerte con las Universidades. Anualmente se requiere planear los proyectos de Investigación que deben ser el producto de la iniciativa de todos los integrantes de la organización y de las expectativas que los clientes manifiestan en una revisión periódica con los ejecutivos que orientan el desarrollo tecnológico.

Cualquier integrante de la organización en el tiempo, puede hacer parte de uno de los capítulos del centro, se necesita que su participación sea activa y sus aportes acogidos y valorados.

Los integrantes del Centro de Investigación de la compañía, deben tener como meta no solo tener influencia al interior de la compañía, sino ser reconocidos como un Centro de Investigación en tecnología de la información con prácticas y métodos de investigación formales, con aportes importantes de nuevos conocimientos y propuestas tecnológicas que lleguen a la comunidad académica y de la industria en general.

### 3.4 El Enfoque Estratégico

Se propone en este modelo que el Centro de Investigación que orienta el desarrollo tecnológico de la compañía, tenga un enfoque estratégico basado en un principio fundamental, un principio básico y cinco vértices estratégicos, todo esto alineado con el plan estratégico de la organización.

#### 3.4.1 Principio fundamental

Este principio plantea las bases sobre las cuales la organización se desarrolla tecnológicamente para obtener productos de software de calidad, el principio debe centrarse en definir:

- La aplicación de una metodología de desarrollo formal.
- La exigencia que todo proyecto aplique con rigor la metodología establecida y no desvíe la ruta crítica de éste, ruta que debe ser la cadena de valor de la compañía
- Gestionar como riesgo, la no aplicación de la metodología que ha incorporado las mejores prácticas para alcanzar productos de calidad.
- Mitigar este riesgo, implementando un método formal o no considerar el proyecto factible de ser realizado.

Para el modelo propuesto que sea utilizado en una organización específica, es necesario tener claro que lo fundamental está basado en lo formal.

#### 3.4.2 Principio Básico

El principio plantea "Orientar esfuerzos en la búsqueda de la competitividad como una relación directa de la calidad y la productividad, en la que el equilibrio de estas dos variables, se convierte en la meta propuesta para lograr cumplir con los objetivos corporativos".

A partir de este principio en la organización se necesita orientar estrategias para:

- Proveer a todos los integrantes de herramientas de Ingeniería como herramientas CASE de modelado basado por ejemplo en UML.
- Proveer herramientas de apoyo para ejecutar las actividades propias de los procesos establecidos, como herramientas de gestión de errores.
- Entrenamiento permanente.
- Establecer una filosofía y cultura corporativa orientada a la productividad y la calidad.

#### 3.4.3 Vértices estratégicos

Los vértices estratégicos se constituyen el foco de desarrollo que orientan el fortalecimiento tecnológico de la organización, se proponen cinco vértices estratégicos:

- Vértice humano
- Vértice Metodológico
- Vértice de Ingeniería
- Vértice Logístico
- Vértice Semántico

En la Figura 3 se muestra la estructura de los vértices propuestos, en donde el recurso humano es el centro del desarrollo de la organización.

Cada uno de estos vértices debe convertirse en un mecanismo que permiten desarrollar actividades de apoyo a los proyectos de desarrollo de software de la compañía.

#### Vértice Humano

Hay que buscar que en los integrantes prevalezcan las cualidades humanas, por encima de sus condiciones de género, raza, edad, religión, cultura o posición económica, manejar el principio de querer un equipo con calidad humana y visión de tecnología, con metas claras respecto a su futuro profesional y empeñados en hacer parte activa del desarrollo de la organización son de vital importancia.

La compañía requiere comprometer recursos para encontrar profesionales con talento, disciplinados, comprometidos, visionarios y líderes, en los que su disposición para solucionar problemas de tecnología de información sea evidente, proponiendo alternativas que concluyan en una solución ideal. Como parte de la filosofía para incorporar integrantes a la organización es contar con estrategias que apoyen la búsqueda permanente de profesionales bien fundamentados.

No solo encontrar profesionales bien formados es suficiente, es necesario que los directivos comprendan que el desarrollo y madurez profesional son estratégicos para lograr una óptima evolución y fortalecimiento del recurso humano de la organización, por eso hay que orientar esfuerzos para:

- El fortalecimiento en principios fundamentales a partir de nuevos conceptos con formación de alto nivel.
- El entrenamiento técnico continuo.
- El apoyo económico para estudios superiores de especialización.

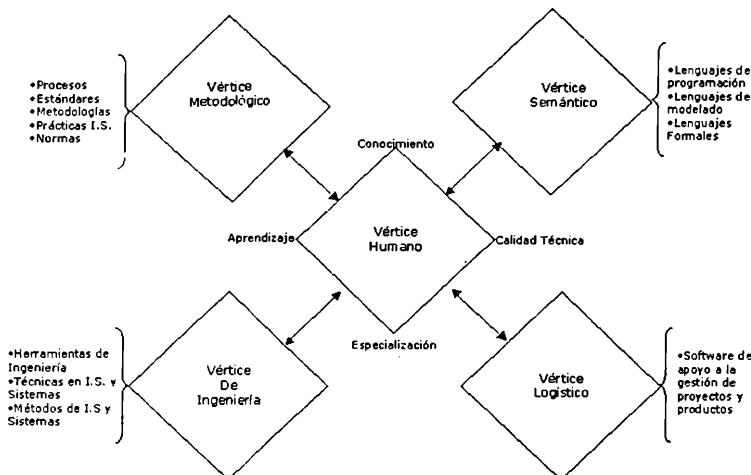


Figura 3: Estructura para la estrategia de desarrollo tecnológico

- La provisión de recursos para adelantar estudios de temas específicos (Libros, materiales, software, hardware).
- Los programas de Certificación.
- El desarrollo de la competencia de la segunda lengua, Inglés.
- Participar en seminarios de actualización y consolidación de conceptos.
- Contar con un medio para el entrenamiento en el que se puedan desarrollar temas de interés y estén disponibles para todos los integrantes, los medios basados en sistemas en la Web.

Con esto se puede lograr con mucha efectividad tener un equipo muy competitivo.

#### Vértice Metodológico

Es trascendental tener claridad que no es suficiente contar con un equipo humano calificado sin que esté provisto de medios para ejecutar y cumplir con los objetivos. Los medios a los que se hace referencia en esta propuesta están representados por procesos, metodologías, estándares, prácticas implementadas y normas que correspondan a propuestas universales en Ingeniería de Software: ISO9000, ISO/SPICE, CMM, CMMI, proyecto SWEBOK-2004, estándares de IEEE entre otras.

El propósito que se plantea, es el de incorporar las mejores prácticas de estas tendencias, convirtiéndolas en

modelos formales que deben ser aplicados con rigor por todos los equipos de los diferentes proyectos.

#### Vértice de Ingeniería

Cuando se logra que haga parte de los principios y la filosofía organizacional que maneja la compañía, argumentar: "No es una estrategia adecuada tener herramientas si quienes las usan no dominan los conceptos de base", se logra concluir a partir de este concepto que se requieren Ingenieros o tecnólogos bien fundamentados en todos aquellos principios básicos de la Ingeniería de Software para poder obtener de las herramientas el mayor provecho.

Con este principio, se busca proveer a todos los grupos de trabajo de herramientas de Ingeniería que les permita desarrollar modelos durante el ciclo de vida de desarrollo; las diferentes vistas del sistema se representan con modelos que son desarrollados y almacenados en repositorios centrales, se hace necesario mas que obtener un documento, contar con los planos del sistema, y estos su vez, se convierten en una herramienta para todo el equipo. No es conveniente considerar los procesadores de palabra como herramientas de Ingeniería, hay que verlos como utilitarios para soportar la salida de documentos enriquecidos, si por condiciones de contratación se definen como entregables.

A partir de estos principios se comprende en la organización que los procesos de ingeniería no dejan como resultado y no son el fin, documentos que pierden de inmediato vigencia, lo que se busca como productos de

software, son modelos que van evolucionando con la madurez del producto.

Todos los equipos de trabajo necesitan contar con herramientas de modelado, herramientas robustas para codificación en los diferentes lenguajes que se trabaja, herramientas cliente para integrar el desarrollo con motores de base de datos y repositorios para control de versiones y de cambios de los diferentes componentes del sistema.

### Vértice Semántico

Establecer un lenguaje único en el que se represente el sistema en diferentes vistas del proceso de desarrollo es clave, se logra que todos los grupos de trabajo se identifiquen con un lenguaje único de modelado como UML<sup>6</sup>, pero se debe tener claridad que en la medida que avancen los desarrollos tecnológicos, es necesario prepararse para optar por la mejor alternativa y la más universal para modelar, no se puede renunciar a la posibilidad de integrar nuevos elementos, nuevas iniciativas y nuevos conceptos al proceso de desarrollo, siempre que estos guarden una proporción con la globalidad y la universalidad.

### Vértice Logístico

La claridad de comprender que en las compañías de desarrollo de software los equipos de trabajo realizan tareas que en muchas ocasiones están por fuera del alcance y el dominio del problema y del proyecto, permite orientar esfuerzos a proveer a estos equipos de herramientas que permitan de forma efectiva desarrollar tareas como: reportar actividades, reservar recursos, buscar documentos de estándares, encontrar documentos de temas específicos, reservar un libro de la biblioteca empresarial, realizar auto-entrenamiento por cursos virtuales, compartir experiencias, buscar problemas y soluciones, solicitar ayuda a un puesto de ayuda, incorporar una idea en un banco para su evaluación, entre otras.

Proveer estas herramientas a los equipos de trabajo, trae beneficios muy significativos que contribuyen a la productividad.

Una estrategia bien interesante para proveerse de estas herramientas, está orientada a implementar software de la comunidad libre en Web, todas las herramientas se pueden integrar a un portal corporativo dispuesto como la puerta de entrada de cualquier integrante de la compañía desde cualquier punto, a los procesos de la cadena de valor.

El portal debe estar desarrollado con unos atributos especiales de usabilidad y ergonomía que le proporcionan los usuarios una herramienta muy adecuada que apoya su trabajo, lenguajes como PHP<sup>7</sup> y base de

datos MySql<sup>8</sup> se constituyen en una alternativa de mucho impacto para la organización, son accesibles a toda la comunidad de desarrollo de software y gran parte de los desarrollos de la comunidad libre, están orientados a estas dos poderosas tecnologías.

El portal debe estar muy enfocado a la disposición de medios y herramientas para que los grupos de trabajo tengan acceso de forma rápida a toda la información de la compañía permitiendo además un manejo de documentos asociados con instructivos, estándares, plantillas y manuales en general, en forma electrónica.

El desarrollo en Web de este portal, se constituye en una alternativa que rompe los espacios y el alcance de la información, es posible tener toda la información que se requiere desde cualquier punto geográfico y en cualquier instante del tiempo.

En la Figura 4, se muestra un ejemplo de lo que puede ser un portal que apoya los procesos de una organización de TI y que desarrolle software.

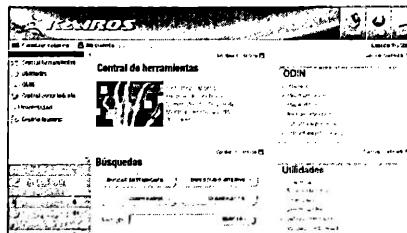


Figura 4: Ejemplo de portal de apoyo a los procesos de ingeniería

### 3.5 Estructura de Procesos para una Empresa que Adopte el Modelo Propuesto

La organización que se oriente por procesos, requiere definir procesos para que las diferentes áreas de la organización, cuenten con herramientas que hagan posible el cumplimiento de los objetivos individuales, y a partir de estos buscar cumplir con las metas establecidas en los objetivos corporativos. Existen tres consideraciones muy importantes:

- Que las áreas no deben ejecutar tareas desarticuladas.
- Que la división por áreas es un asunto estructural, no es un asunto estratégico,
- Que la organización se debe ver como una sola unidad que se desarrolla por procesos.

<sup>6</sup>UML: Unified Lenguaje Model, Lenguaje de modelado unificado.

<sup>7</sup>PHP: Lenguaje scripting de propósito general usado especialmente para desarrollar aplicaciones Web.

<sup>8</sup>MySql: Servidor de base de datos más popular de código abierto.

Hace parte de los procesos de la organización en este modelo, los proceso de la cadena de valor que constituyen la columna vertebral y son los procesos de cara a los clientes. La siguiente estructura de procesos de la Figura 5, es una estructura adecuada para una organización de desarrollo de software.

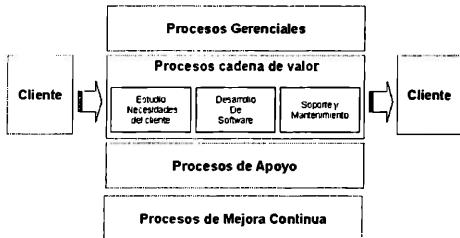


Figura 5: Mapa de procesos

Se necesita que haga parte de la cadena de valor, el proceso de desarrollo de software, estructurado en procesos que conforman el ciclo de vida de desarrollo y procesos de apoyo esenciales para cumplir con el objetivo de obtener un producto en forma oportuna, de calidad, que satisfaga al cliente y que sea rentable para la compañía.

y Mediciones y Métricas, muy importantes dentro de la estructura de los procesos de la cadena de valor.

La estructura de procesos que aquí se propone, está dispuesta de tal forma que dependiendo del tipo de proyecto se pueda ejecutar y desarrollar el sistema, basados en un modelo en cascada, un modelo iterativo puro, o un modelo combinado.

Además de la estructura de procesos, el modelo tiene además considerado que estos procesos deben estar soportados con:

- Estándares
- Técnicas
- Métodos
- Un glosario de términos
- Políticas y directrices
- Herramientas de ingeniería y de apoyo
- Indicadores de ingeniería y de gestión

La forma como se proponen que están articulados los procesos, se constituye en un mecanismo adecuado para crear una cultura organizacional alrededor de la formalidad.

#### 4 APPLICACIÓN DEL MODELO A UN CASO REAL EN COLOMBIA

##### 4.1 Información Básica de la Empresa en donde se Aplica el Modelo

La empresa a la que hace referencia en este artículo ha seguido los esquemas descritos anteriormente. es una empresa fundada en 1997 con cuatro empleados y con el objeto principal de prestar servicios de desarrollo de software a la medida en la modalidad de outsourcing. A la fecha (año 2005) la empresa cuenta con noventa (90) empleados, de los cuales el 98% tiene estudios superiores, un 90% de Ingeniería de Sistemas o carreras afines. De esta masa de profesionales, el 24% tienen estudios de especialización o están en proceso en áreas afines a la tecnología de la información, el 18% dominan el idioma inglés, se tiene como meta que en el año 2007, el 80% de los empleados de la organización tengan esta competencia. A la fecha la compañía continúa el desarrollo de software para diferentes plataformas, siendo los desarrollos para plataformas basadas en J2EE<sup>9</sup> su principal foco, aunque tienen una importante presencia en desarrollo con PowerBuilder<sup>10</sup>, además presta servicios

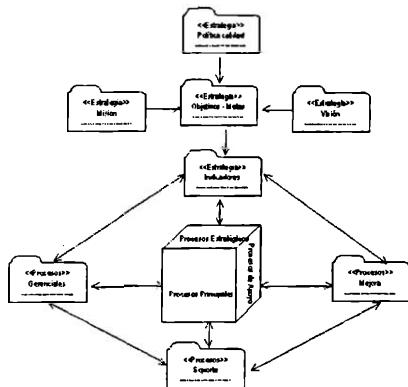


Figura 6: Estructura General de los procesos

El proceso de software puede ser visto como un cubo (Ver Figura 6) formado por los procesos principales, los procesos de apoyo y los procesos llamados estratégicos, siendo además los procesos que tienen que ver con la Gestión de Tecnología, Gestión del Conocimiento, Aseguramiento de la Calidad, Gestión de la configuración

<sup>9</sup>J2EE: Java 2 Platform, Enterprise Edition: Estándar para desarrollo de aplicaciones empresariales multi capa basadas en componentes.

<sup>10</sup>PowerBuilder: Es marca registrada de Sybase Inc.

de consultoría en Ingeniería, especialmente en arquitectura de Software e Ingeniería de software, con mucho énfasis en modelos de calidad y el proceso unificado de desarrollo.

La organización en la actualidad está fortaleciendo sus estructuras para desarrollar software basado en tecnología .NET<sup>11</sup> y ha iniciado la exportación de servicios a compañías de estados unidos para desarrollos con PIIP.

#### 4.2 Visión General de la Empresa

La empresa en referencia, tiene como foco de negocio al desarrollo de software empresarial especializado a la medida y al desarrollo de productos estándar para el apoyo de procesos de negocio específicos. Además de este foco de negocio, se viene fortaleciendo en la integración de sistemas, la computación móvil y a todas aquellas propuestas de innovación que hagan posible el desarrollo de sistemas avanzados y de misión crítica para los negocios.

Para esta empresa uno de sus principales ejes de desarrollo es la investigación, que le permite incorporar tecnologías que fortalezcan sus estructuras y su cadena productiva, haciendo posible la entrega de mejores productos a los clientes.

Se destaca en esta empresa la búsqueda de buenas bases matemática en sus integrantes, trabaja con mucho énfasis en el desarrollo de herramientas que le faciliten los mecanismos de estimación y simulación de procesos para el desarrollo de software, buscando con esto mayor precisión en la planeación de los proyectos.

Hace parte de la cultura de la organización la búsqueda de la mejora continua, todos sus directivos están convencidos de estar recorriendo el camino correcto, entienden que falta mucho por avanzar y no dan por hecho que ya está todo construido y óptimo. Tienen además como parte de sus estrategias, la revisión permanente de las metas, cada que han llegado al límite de cumplimiento, se establece una nueva meta. Se maneja como filosofía al interior de esta organización, considerar que sólo se ha cumplido con el 5% de la meta de mejoramiento y se tiene un 95% por mejorar.

Otro de los elementos que es importante destacar de esta compañía que sirve de referente en este artículo, son algunas estrategias enfocadas al recurso humano:

- Apoyo con recursos financieros y logísticos al programa de Ingles.
- Apoyo financiero para estudios superiores en especializaciones, maestrías y doctorados.
- Subvención de la certificación en temas asociados al desarrollo de software en las tecnologías que utiliza.

Se destacan en el último año, la estrategia de estrechar vínculos con la universidad, siendo una de ellas la universidad EAFIT, con quien se ha logrado mayor acercamiento dada su filosofía de apertura a la industria. Existe un vínculo muy fuerte con la Universidad EAFIT a través de:

- Propuestas de desarrollo de proyectos de investigación a COLCIENCIAS, están en curso dos propuestas alrededor del desarrollo orientado a Aspectos y el proceso de software.
- Participación activa en las discusiones del grupo de investigación en Ingeniería de Software de la universidad, esta participación activa se realiza con propuestas e iniciativas que le dan dinámica al cruce de conceptos y transferencia de conocimiento entre las partes.
- Participación en las tertulias de Ingeniería de Software que la universidad tiene institucionalizada y que se ha convertido en un espacio muy importante en donde confluyen la empresa y la academia.

La empresa ha fortalecido de manera muy significativa su estructura y propósitos alrededor de la investigación con los vínculos que ha realizado con la Universidad EAFIT, los recursos invertidos se han capitalizado a beneficio de la organización, además que se cumple el objetivo de aportar la comunidad académica propuestas a partir de la experiencia.

#### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Son muchos los elementos que deben ser tenidos en cuenta cuando se proyecta crear una organización con el objeto de desarrollar software, dentro de estos elementos el componente de investigación y crear una cultura alrededor de la formalidad, se constituyen en mecanismos que generan resultados importantes y hacen que la organización esté vigente y sea viable.

Es indudable que no solo la investigación y la formalidad se constituyen en los elementos esenciales, el recurso humano es el eje de cualquier desarrollo o comprendimiento de estrategias, alrededor de este se deben mover mecanismos que permitan su desarrollo continuo y sobre todo que sea parte de las estrategias de calidad, buscando en estos igualmente calidad no solo en lo técnico, si no también en lo humano.

Tener formas de medir la efectividad de los procesos, las características de calidad de los productos y el desarrollo de un proyecto, son prácticas que permite tener control sistemático y hace posible los esquemas de mejoramiento continuo, no es posible un desarrollo sostenible

<sup>11</sup>.NET: Marca Registrada de Microsoft, plataforma de desarrollo de aplicaciones empresariales multi capa basadas en componentes.

de la organización si no existen mecanismos adecuados de medición.

Una buena compañía que desarrolla software, no es aquella con muchos títulos, certificaciones y demás, es aquella que indudablemente le ayuda a su cliente a construir valor.

#### REFERENCIAS

- McConnell, S. (1993), *Code Complete: A practical Handbook of Software Construction*, Microsoft Press.
- Rus, I., Lindvall, M. y Sinha, S. (2001), 'A state of the art report: Knowledge management in software engineering'.
- SWEBOK (2004), 'Guide to the software engineering body of knowledge: Swebok', IEEE-2004 Version.

**Luis Fernando Londoño L:** Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Antioquia (Medellín-1990), con especialidad en Gerencia para Ingenieros de la Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín - 1999), cofundador de AVANSOFT S.A

en 1997, actualmente se desempeña como Gerente de Investigación y Desarrollo de la misma y profesor de cátedra en Postgrado de la Universidad de EAFIT en Gestión de la Configuración e Ingeniería de Software, además es investigador asociado a la Universidad en el proyecto MEDUSA - Marco Metodológico para Desarrollo de Aplicaciones Utilizando la Aproximación de Aspectos.

Está dedicado a la actividad de desarrollado de Software desde el año 1985 en diferentes lenguajes de programación de todas las generaciones (PL1, RPG, Cobol, Fortran, Basic, Pascal, Lisp, Prolog, ADA, C, C++, Visual Basic, entre otros), ha dirigido proyectos de desarrollo de software empresarial desde el año 1992.

En la actualidad con el equipo del centro de Investigación de la compañía, viene trabajando en áreas que considera trascendentales para el desarrollo de la compañía: Desarrollo orientado a aspectos, arquitectura de software, frameworks, patrones, estimaciones, métricas, computación móvil y un trabajo de investigación durante el último año, relacionado con modelos continuos de apoyo para la medición y la estimación, basados en los conceptos de productividad, efectividad, calidad, y sobre-esfuerzo.

