

**MODELO TIPO BALANCED SCORECARD DINÁMICO COMO HERRAMIENTA  
DE APOYO AL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE GESTIÓN DE LA ESTRATEGIA  
EN AMBIENTES DINÁMICOS**

DEISSY MILENA CASTAÑEDA OLMOS



**UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN**

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN – MBA  
MEDELLÍN  
2012

**MODELO TIPO BALANCED SCORECARD DINÁMICO COMO HERRAMIENTA  
DE APOYO AL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE GESTIÓN DE LA ESTRATEGIA  
EN AMBIENTES DINÁMICOS**

DEISSY MILENA CASTAÑEDA OLMOS  
C.C. 43.163.166

Trabajo de grado como requisito para optar al título de  
Magíster en Administración – MBA

Asesor Temático:  
BERNARDO PULGARÍN CASTAÑO

Asesor Metodológico:  
SANTIAGO MACÍA MACÍA



**UNIVERSIDAD DE MEDELLIN**

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN – MBA  
MEDELLÍN  
2012

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres Olga y Luis Emilio que siempre me han acompañado en el transegar de mi vida. A Jaime Sánchez quien siempre ha sido mi compañero incondicional. Y a mi Asesor Bernardo Pulgarín Por todos los conocimientos compartidos.

## CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA	16
5. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	22
5.1 RACIONALIDAD LIMITADA	22
5.2 DINAMICA DE SISTEMAS	26
5.2.1 Conceptos Básicos de la Dinámica de Sistemas	28
5.2.2 Fases del Modelado	30
5.2.3 Diagramas de Causalidad o de Influencias	31
5.2.4 Diagramas de Forrester o de Flujos-Niveles	33
5.2.5 Aplicaciones de la Dinámica de Sistemas	35
5.3 EL BALANCED SCORECARD	37
5.3.1 El Balanced Scorecard, la Racionalidad Limitada y la Dinámica de Sistemas	39
6. PARÁMETROS Y VARIABLES DEL MODELO	42
7. DIAGRAMA CAUSAL Y EL MODELO DE FLUJOS DE LAS VARIABLES	48

7.1 DIAGRAMA CAUSAL	48
7.2 DIAGRAMA DE FLUJOS Y NIVELES - ECUACIONES PARA LA SIMULACIÓN	51
8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	57
9. CONCLUSIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXO AJUSTE DE LA TASA DE PÉRDIDA DE CLIENTES	69

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes de la estrategia de UNE que son objeto de estudio.	19
Figura 2. Estructura organización de UNE	20
Figura 3. Interrelación Acciones – Sistema- Decisiones.	29
Figura 4. Estructura de realimentación negativa y comportamiento del sistema.	32
Figura 5. Estructura de realimentación positiva y comportamiento del sistema.	32
Figura 6. Estructura con múltiples bucles de un proceso complejo.	33
Figura 7. Símbolos empleados en los Diagramas de Forrester.	34
Figura 8. Mapa Estratégico - Perspectivas del Balanced Scorecard	39
Figura 9. Diagrama Causal	48
Figura 10. Diagrama de flujos y niveles	52
Figura 11. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Financiera	53
Figura 12. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Clientes	54
Figura 13. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Procesos	55
Figura 14. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento.	56
Figura 15. Cantidad de efectivo para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).	57
Figura 16. Cantidad de clientes para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).	58
Figura 17. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 14 meses.	59
Figura 18. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 14 meses.	59
Figura 19. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 10 meses.	60
Figura 20. VPN para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).	61

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se desarrolla un modelo tipo Balanced Scorecard utilizando Dinámica de Sistemas, con el fin de proporcionar una herramienta para el apoyo al control de gestión y a la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el impacto de los lead time en el desarrollo de servicios de telecomunicaciones; aspecto fundamental en la estrategia de UNE EPM Telecomunicaciones.

Dada la naturaleza del problema que desea resolver, el cual se fundamenta básicamente en el hecho de que los Gerentes se ven enfrentados a controlar múltiples variables y relaciones dinámicas que determinan el establecimiento de estos tiempos de desarrollo, se acude como respaldo teórico a Herbert Simon, con su propuesta de racionalidad limitada, quien le dio un giro a la visión clásica de racionalidad absoluta que predominaba en la gestión administrativa para la toma de decisiones, y a la potencialidad de la Dinámica de Sistemas como herramienta para encontrar posibles alternativas en la solución de estas problemáticas, por medio de la representación integral y comprensiva de un gran número de variables interrelacionadas, y de sus posibles efectos en el tiempo.

El modelo desarrollado permite realizar simulaciones y observar diferentes escenarios, con el fin de dar elementos a los tomadores de decisiones que les permitan orientar los recursos de la organización hacia aquellas variables que mas apalancan el cumplimiento de la estrategia de UNE, facilitando la visualización del impacto que podría tener cada una de las variables y las consecuencias que se podrían tener a futuro.

## ABSTRACT

This research project develops a Balanced Scorecard model using system dynamics, in order to provide a support tool for management control and strategic decision making, related to the impact of lead time<sup>1</sup> in the development of telecommunication services, a fundamental aspect in UNE EPM telecommunications' strategy, the company for which this project was done.

Given the nature of the problem to be solved, which is the fact that managers are facing multiple variables with dynamic interrelations that determine the setting time of new product development process, the theoretical support is based on Herbert Simon's proposal of bounded rationality that took a turn to the classical view of absolute rationality that prevailed in the administrative management for decision-making, and the potential of system dynamics, a tool that helps to solve these problem, through the integration and comprehensive representation of a large number of interrelated variables and their possible effects in time, combining both hard data and qualitative elements of a system.

The developed model allows the simulation of different scenarios, facilitating the visualization of the potential impact of each variable and the consequences that could have in the future, emphasizing the lead time variable, enabling the decision makers to allocate resources towards those organizational variables that best leverage the implementation of UNE EPM Telecommunications strategy.

---

<sup>1</sup> Period of time between the conception and launching of a service or product.

## INTRODUCCIÓN

La evolución que ha tenido el sector de las telecomunicaciones, incluyendo las presiones competitivas, la velocidad de los cambios tecnológicos y la introducción permanente de nuevos servicios en el mercado, trae como consecuencia que los gerentes de este tipo de organizaciones se vean enfrentados a problemas caracterizados por las relaciones dinámicas de múltiples variables, las cuales al cambiar permanentemente le impiden a los tomadores de decisiones visualizar el impacto de cada una de ellas y, por lo tanto, orientar los recursos de la organización hacia las variables que mas apalancan el cumplimiento de la estrategia.

Además, para poder responder oportunamente a las necesidades cambiantes del mercado y a las exigencias de los clientes que son cada vez más conocedores de los servicios, las empresas de telecomunicaciones deben prestar especial interés al control de gestión y a la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el impacto de los lead time en el desarrollo de sus servicios. Por su importancia, el lead time se vuelve una variable clave para ser monitoreada de manera dinámica e integral dentro del Balanced Scorecard de la compañía, con el fin de poder observar todas las interrelaciones que tiene con las otras variables y sus efectos en el aseguramiento de ingresos y la sostenibilidad de la compañía.

La necesidad de los gerentes de desarrollar de manera exitosa la estrategia de la organización, les implica tener acceso a información confiable y significativa, que brinde soporte a la toma de decisiones dentro del proceso de control de gestión y seguimiento del desempeño empresarial. Sin embargo, la información de que se dispone en un determinado momento puede ser parcial, fragmentada, sesgada, insuficiente o limitada; así mismo, el cerebro humano no tiene capacidad de cálculo para realizar operaciones que permitan optimizar la decisión -escogencia- en tiempos reducidos, y tampoco la de retener toda la información necesaria para

hacerlo, es decir, el tema de la racionalidad limitada entra a jugar un papel preponderante para la toma de decisiones estratégicas.

Del mismo modo como Planck y Heisenberg trabajaron de manera ardua y visionaria uno de los conceptos fundamentales de la física moderna, de que no es posible medir al mismo tiempo y con exactitud la posición y la velocidad de una partícula y que, en consecuencia, quedamos condenados a la imposibilidad de tener una imagen objetiva del mundo, Simon, con su propuesta de racionalidad limitada, le dio un giro a la visión clásica de racionalidad absoluta que predominaba en la gestión administrativa para la toma de decisiones.

En este proyecto se muestra la potencialidad de la Dinámica de Sistemas como herramienta para encontrar posibles alternativas en la solución de estas problemáticas, por medio de la representación integral y comprensiva de un gran número de variables interrelacionadas, y de sus posibles efectos en el tiempo, combinando tanto datos duros como elementos cualitativos de un sistema.

Este trabajo está estructurado de la siguiente manera: el capítulo 1 presenta el planteamiento del problema objeto de estudio, el capítulo 2 y 3 presentan los objetivos y la justificación de la investigación respectivamente, el capítulo 4 contiene una breve contextualización de UNE, en el capítulo 5 se desarrolla el marco teórico y los antecedentes, en el capítulo 6 se exponen los parámetros y las variables que hacen parte del modelo desarrollado, a su vez en el capítulo 7 se muestran el diagrama causal y el de Forrester asociados al modelo, posteriormente, en el capítulo 8 se presenta el análisis de los resultados de la simulación, y finalmente en el capítulo 9 las conclusiones de esta investigación.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El aumento de la competencia por la aparición de nuevos servicios, la rápida obsolescencia tecnológica y la necesidad de recuperación a corto y mediano plazo de inversiones en bienes de capital, exigen que las organizaciones del sector de las telecomunicaciones, no sean ajenas a la problemática referente al proceso mediante el cual los directivos se ven enfrentados a un control de su gestión, basados solamente en la obtención de recursos y en el empleo eficaz y eficiente de los mismos para el cumplimiento de los objetivos estratégicos para la empresa. Esta evolución experimentada en las últimas décadas por las empresas que prestan servicios de telecomunicaciones, ha ocasionado un incremento significativo en el número de variables que deben ser controladas dentro del proceso de medición del desempeño empresarial, lo cual ha traído como consecuencia una incorrecta orientación de recursos de la organización hacia aquellas variables que mas impactan el cumplimiento de la estrategia.

Actualmente UNE EPM Telecomunicaciones presenta un problema de pérdida de ingresos, asociado al impacto del lead time en el desarrollo de sus servicios, debido a que el Gerente de Desarrollo de Ofertas se ve enfrentando a controlar múltiples variables y relaciones dinámicas que determinan el establecimiento de estos tiempos, lo cual le impiden visualizar de una manera correcta el impacto que podría tener cada una de estas y las consecuencias que se podrían tener a futuro.

Este problema se genera básicamente por la incapacidad de visualizar de manera sistémica diversos factores, tales como, las inversiones en I+D que la empresa debe de destinar para alimentar el proceso de desarrollo de un nuevo servicio, los retardos que implica el desarrollo de este, la cantidad de personas que se requieren tener disponibles, el nivel de experiencia de estas personas, el tiempo que tardan las personas novatas para entrenarse, los resultados que se obtengan

del proceso de I+D, el factor de productividad en I+D, la cantidad de clientes que contactan a la empresa para solicitar un nuevo servicio y la tasa de pérdida asociada a estos, la cual a su vez afecta la base de clientes de la empresa e impacta los resultados financieros. De continuar con este problema, la empresa podría perder competitividad, debido a que no tendría forma de controlar el tiempo de desarrollo de los nuevos servicios ocasionando resultados pobres en el proceso de I+D, pocos clientes y por ende bajos ingresos.

Así pues, la interacción dinámica de todas estas variables está poniendo de manifiesto ciertas limitaciones de los mecanismos de control de gestión tradicionales al no suministrar la información necesaria para abordar con ciertas garantías el proceso decisional. Dado que la estrategia y los sistemas de medición son componentes clave para la efectividad del control de la gestión, es importante comprender la naturaleza integradora de estos. En este sentido se han venido desarrollando iniciativas orientadas a sistemas de medición del desempeño como el Balaced Scorecard de Kaplan y Norton, las palancas de control de Simons y el marco de control de Ferreira y Otley; sin embargo, estos modelos de control son muy limitados dada su naturaleza estática.

Actualmente dentro del proceso de medición y control de gestión, el Gerente de Desarrollo de Ofertas de UNE se apoya en la herramienta del Balanced Scorecard, sin embargo esta herramienta se basa en relaciones lineales estáticas de causa y efecto, lo cual resulta poco apropiado para esta época caracterizada por cambios rápidos y constantes, niveles altos de competitividad y ciclos de negocio cada vez más cortos, en los cuales se hace evidente que la dirección de una empresa no puede ejercerse eficazmente sin una herramienta de Control de Gestión Dinámica que permita visualizar la interacción de múltiples variables, que se adapte a las nuevas condiciones en que los decisores deben desempeñar su labor, de tal forma que propicie el mejor uso de los recursos para alcanzar los

resultados esperados y que posibilite, oportunamente, tomar las medidas necesarias para las acciones correctivas que se requieran realizar.

Este proyecto de maestría buscar dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿De qué manera se podría apoyar al Gerente de Desarrollo de Ofertas de UNE, en el proceso de control de gestión y toma de decisiones estratégicas relacionadas con el impacto de los lead time en el desarrollo de servicios de telecomunicaciones cuando se actúa en ambientes dinámicos y de alta incertidumbre?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un modelo de Balanced Scorecard utilizando Dinámica de Sistemas para el apoyo al control de gestión y a la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el impacto de los lead time en el desarrollo de servicios de telecomunicaciones.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los parámetros y las variables que alimentarán el modelo, de acuerdo con las perspectivas financiera, mercado, operativa y de aprendizaje que hacen parte del Balanced Scorecard.
- Elaborar el diagrama causal y el modelo de flujos de las variables identificadas.
- Establecer las ecuaciones para la simulación y construir el modelo en un software especializado para tal fin.
- Ejecutar la simulación del modelo y analizar los resultados obtenidos de este.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El sector de las telecomunicaciones en Colombia, como ha sucedido en muchos países del mundo, es un sector que generalmente ha presentado crecimientos superiores al promedio de la economía nacional. UNE EPM Telecomunicaciones, es una de las empresas del sector que además de aportar para garantizar la conectividad del país, representa un importante motor de la economía de este.

UNE EPM Telecomunicaciones es una empresa estructurada por Unidades Estratégicas de Negocio (UEN), siendo la UEN Hogares la más importante de ellas, pues genera el 70% de los ingresos de la Compañía. Como parte esencial de la estrategia de esta UEN, se ha definido como elemento clave de diferenciación, el convertirse en un desarrollador constante de servicios, lo cual implica que el lead time y todas las variables que lo impactan son un foco de gestión fundamental para lograr esta estrategia de tal forma que se pueda garantizar la competitividad y supervivencia a largo plazo de la organización.

La generación de alternativas que busquen la permanente optimización de los recursos son prioritarias para poder determinar qué acciones a futuro serán las más apropiadas para la empresa. Una de estas alternativas es la creación de modelos dinámicos simulados por computador que permitan construir diferentes eventos que puedan presentarse en la realidad de la empresa, y de este modo, facilitar el seguimiento y control de la estrategia. El resultado de esta investigación contribuirá a través de la herramienta Balanced Scorecard Dinámico, a tener elementos sólidos con los cuales se puedan controlar y visualizar las variables y relaciones cambiantes que intervienen en el establecimiento del lead time en el desarrollo de servicios, para ayudar a resolver el problema de gestión y visualización que tiene el Gerente de Desarrollo de Ofertas con sus servicios.

#### **4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA**

En el año 2005, Empresas Públicas de Medellín (EPM), después de observar el entorno, analizar las señales de los clientes y determinar las posibilidades del negocio, replanteó el mercado de servicios públicos domiciliarios y configuró tres grupos estratégicos de negocio: Energía, Aguas y Telecomunicaciones. Cada uno muy diferente del otro, con dinámicas competitivas distintas y retos específicos.

Para cumplir entonces con la estrategia definida por EPM, el primero de julio de 2006 se escinde la Unidad Estratégica de Negocios Telecomunicaciones, dando origen a EPM Telecomunicaciones S.A. E.S.P. con su marca UNE. Así, queda constituida como una empresa 100% pública, propiedad de Empresas Públicas de Medellín, conformada como una sociedad anónima por acciones, que presta servicios de tecnologías de información y comunicaciones a sus clientes en todo el país.

Al igual que para los otros negocios de EPM (Aguas y Energía), como parte de la estrategia para UNE se definió una Meta Estratégica Grande y Ambiciosa (MEGA) a largo plazo que se debe cumplir en el 2015.

#### **MEGA**

"Al 2015 ser la empresa integrada de telecomunicaciones más competitiva de Colombia, y emergentemente sirviendo la comunidad de la diáspora latinoamericana en USA y España. Con ingresos por ventas equivalentes a US\$ 1.500 millones, con un crecimiento interanual por encima de la industria y manteniendo el margen de EBITDA".

De la definición anterior, se derivó por parte de EPM un mandato para el GEN de Telecomunicaciones conocido como Imperativo Estratégico.

## **IMPERATIVO ESTRATÉGICO DE EPM PARA UNE**

Empresas Públicas de Medellín tiene como imperativo estratégico para el Grupo de Negocios de Telecomunicaciones (GEN), la reconfiguración del negocio para afrontar la competencia de jugadores globales, convirtiéndose en el dueño de la empresa de telecomunicaciones más competitiva de Colombia y, emergentemente, sirviendo a la comunidad de la diáspora latinoamericana en EEUU y España.

Para ello, debe:

- Cambiar su actual configuración de Tecnologías/Regiones a una de mercados (ocasiones de consumo) sobre una base nacional.
- Racionalizar las inversiones de capital, con lógica global y visión más amplia del mercado.
- Integrar las diferentes sociedades de tal forma que prevalezca el óptimo global sobre los óptimos locales.

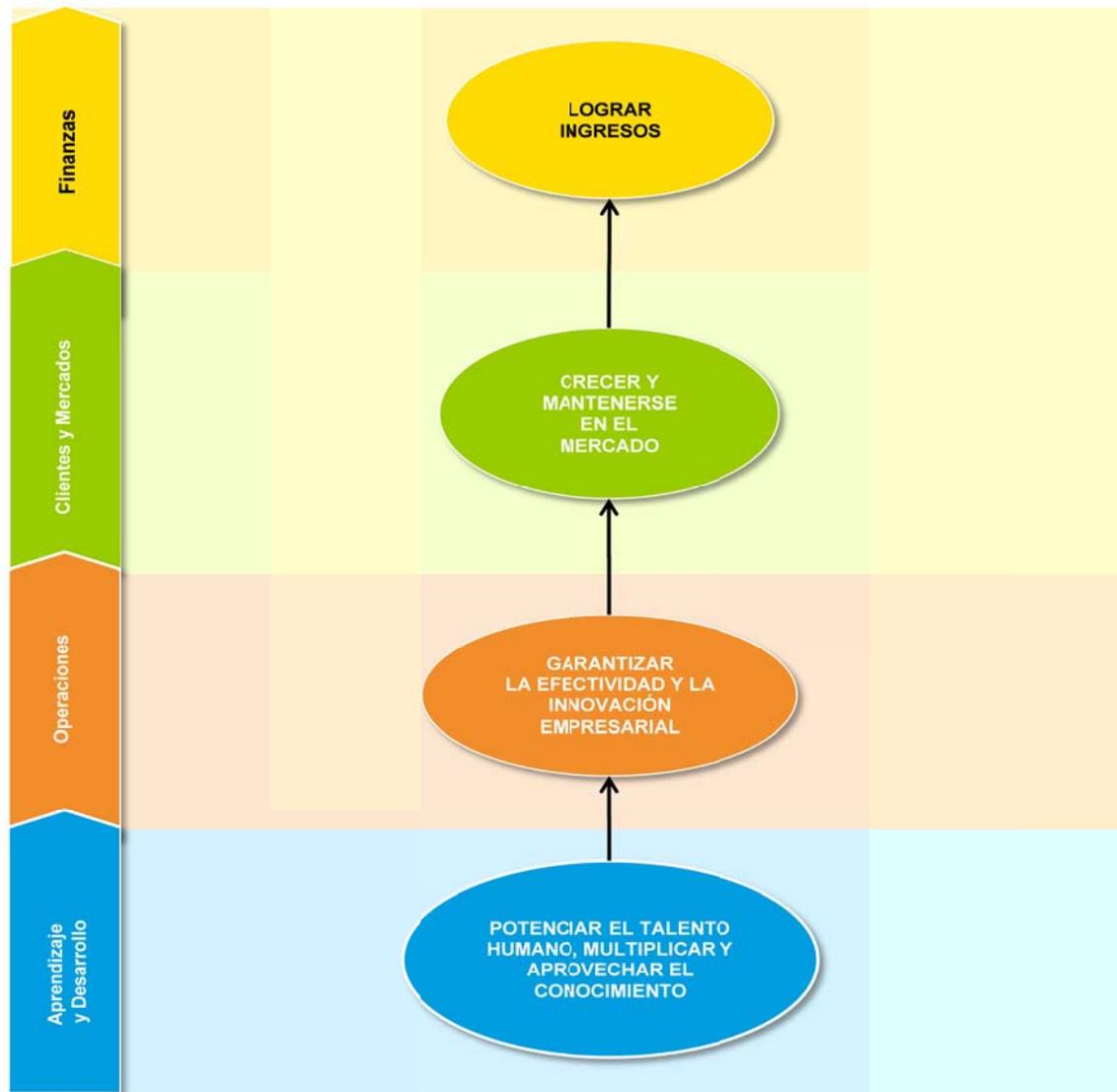
Otro componente de la estrategia de UNE y sobre el cual se han tomado decisiones que permiten articular las acciones del día a día de cara al camino definido es la fórmula para ganar. La fórmula para ganar es el mandato corporativo que combina presente y el futuro.

## **FÓRMULA PARA GANAR**

UNE es una Compañía de mercadeo y venta de servicios de comunicación, información y entretenimiento que para crear valor sostenible, renuncia a la convergencia competitiva y fortalecerá sus ventajas estratégicas por medio de:

- La innovación en ofertas comerciales: el desarrollo permanente de servicios que satisfagan las necesidades y sueños de los clientes, con un servicio grato y oportuno.
- Potenciar el talento humano, multiplicar y aprovechar el conocimiento y enfocar el aprendizaje para el desarrollo de los nuevos servicios.
- Mejorar permanentemente la productividad empresarial.

La siguiente figura ilustra los componentes de la estrategia (mapa estratégico) de UNE, que serán objeto de estudio para el presente trabajo de grado.



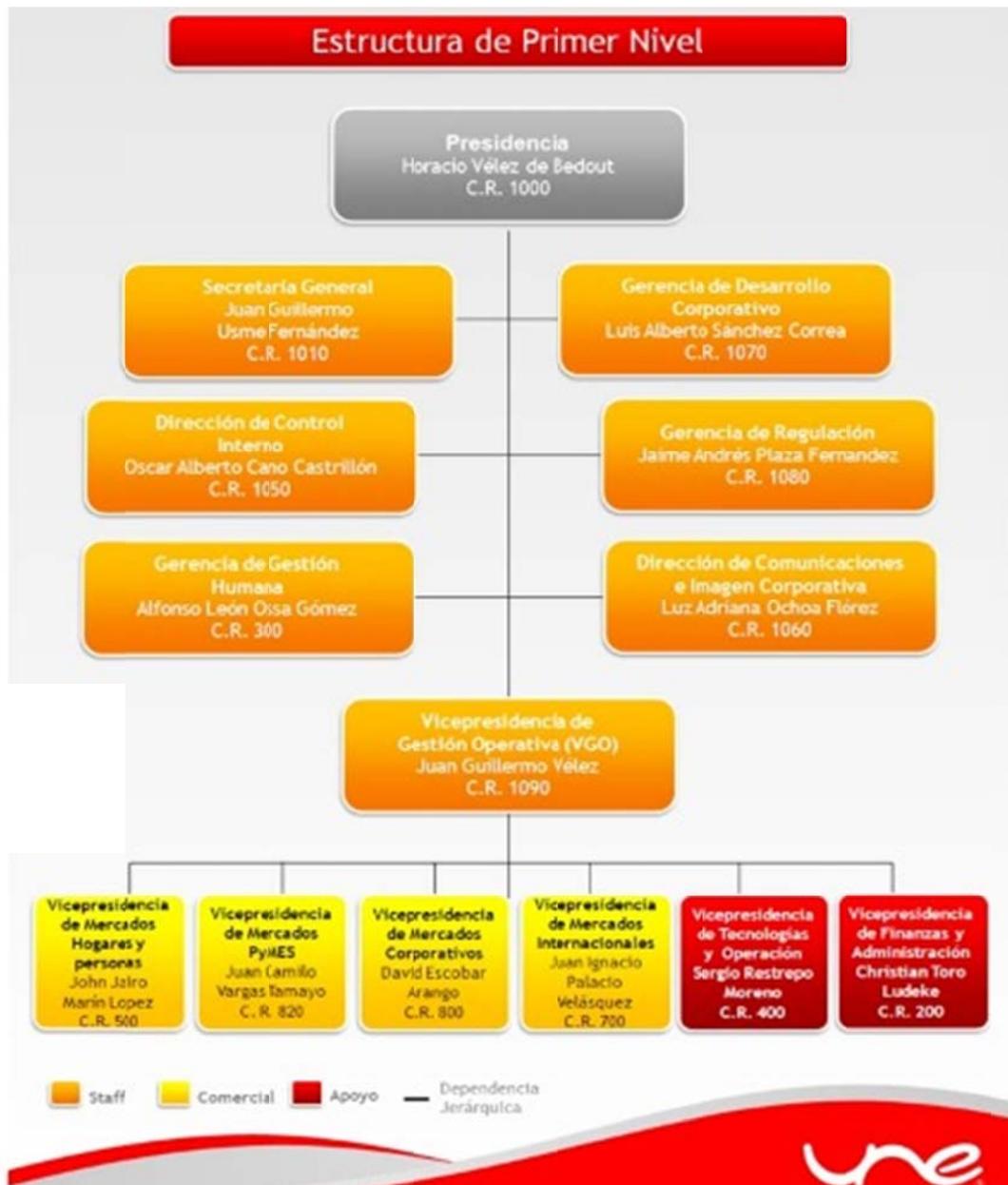
**Figura 1. Componentes de la estrategia de UNE que son objeto de estudio.**

Fuente: Elaboración propia basada en el mapa estratégico oficial de UNE

## CONFIGURACIÓN DE UNE

UNE se encuentra organizada por Unidades Estratégicas de Negocio (UEN) diseñadas desde consideraciones de ocasiones de consumo y mercados, las cuales corresponden a: Hogares y Personas, Corporativos (Grandes Empresas),

Medianas empresas (Pymes) e Internacional como se observa en la siguiente figura. Estas UEN deben de generar valor a través de la creación de demanda por medio del desarrollo constante de nuevos servicios, identificando las prácticas de consumo de los clientes y diseñando soluciones innovadoras a la medida de sus necesidades.



**Figura 2. Estructura organización de UNE**

Fuente: Información interna UNE

UNE ha integrado paulatinamente otras empresas (Orbitel, Emtelco, Costavisión, Promisión, Visión Satélite) donde se compartía propiedad con otros accionistas y que prestaban servicios diferentes, pero cada vez más complementarios a los existentes, necesarios para enfrentar el nuevo orden competitivo.

Actualmente, UNE tiene una importante participación accionaria en las empresas de Colombia Movil (25%), Empresas de Telecomunicaciones de Pereira (56%) y EDATEL (56%) y presta servicios de Voz, Internet, Televisión, Conectividad, Servicios profesionales, Data center (Disco duro virtual, alojamiento de equipos) y Servicios de valor agregado (Datos, video conferencia).

## 5. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

### 5.1 RACIONALIDAD LIMITADA

Como parte de los cimientos de la economía clásica se encuentra la concepción denominada por Simón "Racionalidad global del hombre económico" (Simon, 1957), la cual se sustenta en que las personas se enfrentan a condiciones estables e ilimitadas en cuanto a la información que tienen disponible y la capacidad de procesamiento por parte de las mismas. Sin embargo, cuando el ser humano se enfrenta a problemas complejos caracterizados por múltiples variables y relaciones dinámicas, la información de que se dispone en un determinado momento puede ser parcial, fragmentada, sesgada, insuficiente o limitada; así mismo, el cerebro humano no tiene capacidad de cálculo para realizar operaciones que permitan optimizar la decisión -escogencia- en tiempos reducidos y tampoco de retener toda la información necesaria para hacerlo (Serman, 2000; Conlisk, 1996). En este sentido, Simon propone el concepto de "Racionalidad limitada", bajo el cual se reconocen los límites y las posibilidades de la racionalidad humana, y muestra junto con otros autores como Elster (Elster, 1990) que las decisiones son tomadas con base en el principio de satisfacción de los deseos en vez del de optimización, es decir, en el proceso de toma de decisiones, juega un papel preponderante los objetivos guiados por el deseo de quien toma la decisión (Hatchuel, 2002).

... ningún individuo puede tener todo el conocimiento de los elementos de conjunto de una situación, ni de todas las consecuencias de los actos que pueda emprender, ni de todas las opciones posibles, y así sucesivamente. Pues la elección o la decisión se hacen en un contexto y en el marco de un proceso que a menudo depende mucho más de las formas habituales de funcionar que de análisis exhaustivos y racionales: esta elección no puede ser la mejor decisión, sino sólo la más *satisfactoria* en dichas circunstancias, entre varias opciones posibles. (Aktouf, 1998, pág. 255).

Profundizando en el concepto de “Racionalidad Limitada”, Simon identifica los siguientes aspectos que limitan el comportamiento racional del hombre para la toma de decisiones:

- La imperfección del conocimiento en el ser humano, pues éste "sólo tiene un conocimiento fraccionado de las condiciones que rodean a la acción y una ligera perfección de las regularidades y de las leyes que le permitirán deducir las consecuencias futuras a partir del conocimiento de las circunstancias presentes" (Simon, 1957, pág. 78). Esta imperfección del conocimiento humano lleva a la necesidad de simplificar, con el fin de comprender, todo aquello que es demasiado complejo.
- La imposibilidad de anticipar con exactitud y consistencia las consecuencias de los cursos de acción deseados, ya que al pertenecer éstas al futuro, el individuo debe soportarse en su experiencia, la que está ligada a su pasado y su presente (Simon H. A., 1957).
- La imaginación de las personas, que suple el desconocimiento de las ocasiones, soluciones y consecuencias, atribuyendo valores a cada acción, también es limitada pues no es posible que ésta conciba todos los modelos probables de solución, con las respectivas valoraciones de sus posibles consecuencias, en un proceso de toma de decisiones totalmente confiable que el individuo pudiera emprender (Simon H. A., 1957).

Estos límites son mucho más complejos si se considera que ellos dependen del problema a resolver, del entorno en los que ellos se dan, de las personas que participen en el proceso de toma de decisiones, por esto Simón plantea que "los límites de la racionalidad son variables. Lo más importante de todo es que la conciencia de esos límites puede, por sí misma, alterarlos" (Simon, 1957, pág. 40),

conciencia que se logra mediante un comportamiento intencionalmente racional y compatible con las capacidades reales.

Para lograr la conciencia de cómo influyen estas limitaciones en las decisiones humanas, (Simon H. A., 1957) planteó un proceso de toma de decisiones en tres etapas:

- Identificación: Descubrimiento de las ocasiones que requieren de una decisión.
- Concepción: Previsión y análisis de las consecuencias generadas por cada una de las opciones de decisión.
- Selección: Escogencia de la que se considera la mejor opción para la decisión.

En este proceso de racionalidad limitada sobresalen dos conceptos: “*búsqueda y satisfacción*” (Simon, 1979, págs. 502-503). La *búsqueda* de alternativas de decisión usando cantidad razonable de cálculos, criterios y reglas sencillas y mecanismos de adaptación y aprendizaje para procesar información incompleta, sin exigir imposibles a la capacidad de pensamiento humano, hasta encontrar la *satisfacción* por la mejor alternativa para una situación dada y un nivel de deseo previamente fijado. Por lo tanto, el modelo de racionalidad limitada, no solo habla del equilibrio, sino de la manera de alcanzarlo, por lo que también se le conoce como modelo de racionalidad procesal (Simon, 1986), en el cual la decisión es el punto central.

Al analizar las limitaciones puede determinarse que las personas perciben sólo un subconjunto de opciones durante el proceso de toma de decisiones, y que su selección la hacen según su objetivo o aspiración, adaptándola a las posibilidades del entorno; por lo que Simón considera a los seres humanos como "seres adaptativos" (Simon, 1996).

Esta visión de la Racionalidad Limitada de (Simon, 1957) considera al ‘hombre administrativo’ como una posición intermedia entre el *homo economicus*, de la teoría económica clásica cuya orientación racional le asigna al ser humano las propiedades de contar con información completa, ser infinitamente sensible y racional (Edwards, 1979), y el hombre descrito por la psicología social propuesta por Freud, que reduce la explicación del comportamiento humano al afecto y a los sentimientos:

“... es en el ámbito en que el comportamiento humano trata de ser racional, aunque lo consiga solo de una manera limitada, donde hay un lugar para una auténtica teoría de la organización y de la administración” (Simon H. A., 1957, pág. 22).

Lo que constituye la preocupación central de la teoría administrativa es el límite entre los aspectos racionales y no racionales del comportamiento social humano. La teoría administrativa es, particularmente “la teoría de la racionalidad intencionada y limitada, del comportamiento de los seres humanos que se dan por satisfechos porque no tienen la inteligencia necesaria para conseguir el máximo” (Simon H. A., 1957, pág. 22).

El hombre administrativo, para quien lo útil es mucho más importante que lo ciento por ciento preciso, reconoce que percibe al mundo como un modelo simplificado; premisa que reorienta el pensamiento administrativo hacia una concepción en la que prima la toma de decisiones.

A manera de síntesis, Simon propone como alternativa a los modelos de elección racional y *homo economicus*, el modelo de racionalidad limitada, en el que se destaca la existencia de un hombre administrativo que analiza alternativas de decisión que conduzcan a soluciones satisfactorias en lugar de resultados

óptimos, mediante mecanismos de aprendizaje y adaptación teniendo en cuenta una información que siempre será limitada.

La teoría de la Racionalidad Limitada se ha utilizado ampliamente para explicar la Dinámica de algunos Sistemas, de hecho (Forrester, 1972), (Sterman, 2000) y (Morecroft, 2007) han relacionado ampliamente ambos conceptos.

## **5.2 DINÁMICA DE SISTEMAS**

La Dinámica de Sistemas (DS) para Jay Forrester, quien la creó como disciplina académica en los años 60 en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), permite tener una visión integral de los fenómenos para intentar entender el mundo real (Forrester, 1972). Su objetivo es crear modelos de decisión para solucionar un problema determinado, mediante la representación de la realidad concreta. Este modelamiento se sustenta en el uso de ciclos de realimentación y en la definición de políticas que rigen el sistema, y enfatiza en la estructura como causa fundamental del comportamiento sin desconocer la posible incidencia de factores externos (Aracil, 1983). Estos planteamientos pueden visualizarse claramente en la definición que Sterman, director del Grupo de Dinámica de Sistemas del MIT, da acerca de la Dinámica de Sistemas: "... Es un método para favorecer el aprendizaje de los sistemas, creando modelos de simulación que nos ayuden a comprender la complejidad dinámica, a entender las fuentes de la resistencia a las políticas y a diseñar estrategias más efectivas" (Sterman, 2000).

Los modelos mentales que crea el ser humano, como se mencionó en el apartado anterior, no pueden visualizar todas las relaciones y consecuencias posibles debido a nuestra racionalidad limitada. Los modelos basados en Dinámica de Sistemas, que no escapan a esta característica de ser limitados, complementan el proceso de encontrar posibles alternativas en la solución de un problema, por medio de la representación integral y comprensiva de un gran número de variables

interrelacionadas, y de sus posibles efectos en el tiempo, combinando tanto datos duros como elementos cualitativos del sistema.

Como ya se ha planteado, varios autores y organizaciones han relacionado las teorías de Simon, entre ellas la del hombre administrativo, con los conceptos de la Dinámica de Sistemas, tal como puede observarse en las siguientes definiciones:

- La Sociedad Internacional de Dinámica de Sistemas (System Dynamics Society)<sup>2</sup> establece que “La dinámica de sistemas es un enfoque asistido por ordenador para el análisis y diseño de políticas. Se aplica a los problemas dinámicos que surgen en los sistemas complejos tales como los sociales, administrativos, económicos o ecológicos, o en último término, cualquier sistema dinámico caracterizado por la interdependencia, la interacción mutua, la retroalimentación de la información, y la causalidad circular”.
- Forrester se plantea la DS como “...el estudio de las características de retroalimentación de la información dentro de las actividades industriales para ilustrar cómo la estructura organizacional, la amplificación de las políticas y los retardos en el tiempo de las decisiones y de las acciones, interactúan para determinar el éxito de una empresa” (Forrester, 1972). La dinámica de sistemas trata las interacciones entre los flujos de información, dinero, órdenes, materiales, recursos humanos y equipos dentro de una compañía, industria o economía nacional (Forrester, 1972).

Podría decirse, que la Dinámica de Sistemas es una herramienta usada por el “hombre administrativo” para obtener un mayor entendimiento del comportamiento de las organizaciones y problemas de administración, mediante su representación

---

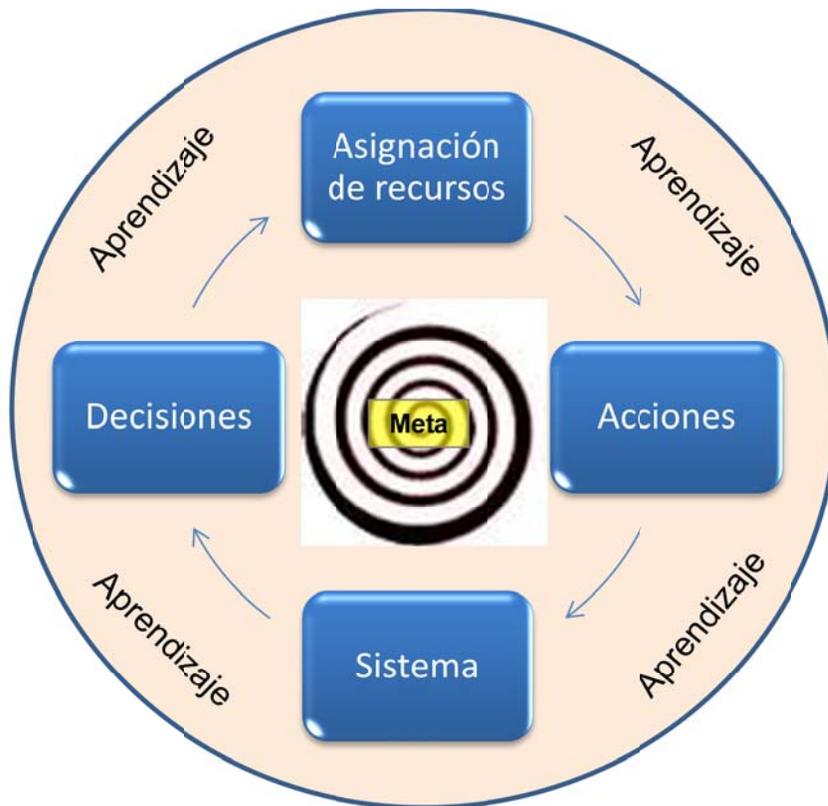
<sup>2</sup> SYSTEM DYNAMICS SOCIETY. <http://www.systemdynamics.org>

conceptual (Grizzle & Pettijohn, 2002); sin pretender predecir situaciones futuras (Morecroft, 2007).

El modelamiento matemático y la simulación computacional son dos elementos fundamentales de la DS, ya que estos presentan ciertas ventajas sobre las capacidades de un individuo, en cuanto a la representación del comportamiento de un gran número de variables y las relaciones entre componentes en el tiempo, ya que las herramientas computacionales tienen mayor capacidad y confiabilidad para el cálculo de las posibles consecuencias de las opciones de decisión y para evidenciar las relaciones y realimentaciones del sistema (Sterman, 2000), (Forrester, 1972).

**5.2.1 Conceptos Básicos de la Dinámica de Sistemas.** En cualquier situación que requiera una toma de decisiones, es importante contar con herramientas de planificación que faciliten la comparación entre lo deseado y el posible comportamiento del sistema para cada alternativa de solución. Una de estas herramientas es la Dinámica de Sistemas, la que incluso permite estudiar sistemas inestables en los que la información de los ciclos de retroalimentación es vital para determinar los posibles comportamientos de aquellos.

El siguiente diagrama representa un ciclo de retroalimentación: las condiciones y características del comportamiento de un sistema inducen a la toma de decisiones, con el fin acortar las brechas respecto al objetivo deseado. Una decisión solo será real cuando se le asignan recursos, y los recursos serán efectivos sólo cuando ellos faciliten las acciones requeridas para llevar a cabo la decisión tomada, la cual a su vez llevará al sistema a un nuevo comportamiento. Este ciclo puede repetirse n veces, en un proceso de aprendizaje permanente, para acercar al sistema al comportamiento ideal.



**Figura 3. Interrelación Acciones – Sistema- Decisiones.**

Fuente: Elaboración propia basada en (Forrester, 1972).

Unos componentes importantes de estos ciclos de retroalimentación son los retardos o demoras que, sin tener necesariamente una connotación negativa, generan efectos en la oportunidad de la toma de decisiones, de la asignación de recursos o de las actuaciones, lo que finalmente se ve reflejado en un lapso mayor para lograr la estabilidad y mejora del sistema.

Así pues, los modelos usados en la Dinámica de Sistemas, que representan un proceso en la toma de decisiones, están conformados fundamentalmente por las relaciones entre los flujos de materiales, los flujos de información y los retardos dentro de los ciclos de realimentación; elementos que permiten observar los comportamientos ante diferentes condiciones de operación y valores de las

variables de funcionamiento, y así poder obtener respuesta a preguntas tales como: ¿Qué pasaría sí?, sin buscar la predicción del comportamiento del modelo. Otros elementos importantes a considerar en la Dinámica de Sistemas, son las distorsiones, las que pueden ser generadas, entre otras causas, por errores en la obtención de datos, fallas en las máquinas e intervención humana en el proceso.

**5.2.2 Fases del Modelado.** A partir de las propuestas de varios autores para el proceso de construcción de los modelos que representan la conducta dinámica de un sistema, se plantean las siguientes fases para el modelado de este (Aracil, 1983), (Sterman, 2000):

1. Observar el comportamiento del sistema con el fin de identificar y entender los elementos que lo componen, esto corresponde a una etapa de conceptualización (modelo mental) del funcionamiento del sistema, la cual se explicita en las dos siguientes etapas mediante el uso de herramientas gráficas.
2. Diseñar las estructuras de realimentación o Diagramas causales, con el fin de representar la conceptualización del comportamiento del sistema observado.
3. Crear el diagrama de Forrester, a partir del cual se genera el modelo matemático, en un lenguaje computacional, del comportamiento del sistema. Este modelo está construido con base en ecuaciones diferenciales, que consideran los efectos de los flujos de entrada y salida en diferentes intervalos de tiempo.
4. Observar el comportamiento del modelo en el tiempo a través de la simulación computacional de este.
5. Probar y ajustar el modelo hasta que el comportamiento resultante sea satisfactorio con respecto a lo observado en la realidad.

6. Optimizar el resultado a través de nuevas variables que modifiquen el comportamiento del modelo y que permitan paulatinamente profundizar y ampliar el sistema de estudio.

Este proceso de modelado le permite a las organizaciones simular posibles estrategias en el tiempo, analizarlas y evaluarlas para posteriormente ejecutarlas con mayores probabilidades de éxito, y de esta forma optimizar recursos asignándolos en aquellas variables de la organización que mas apalacan su estrategia (Sterman, 2000).

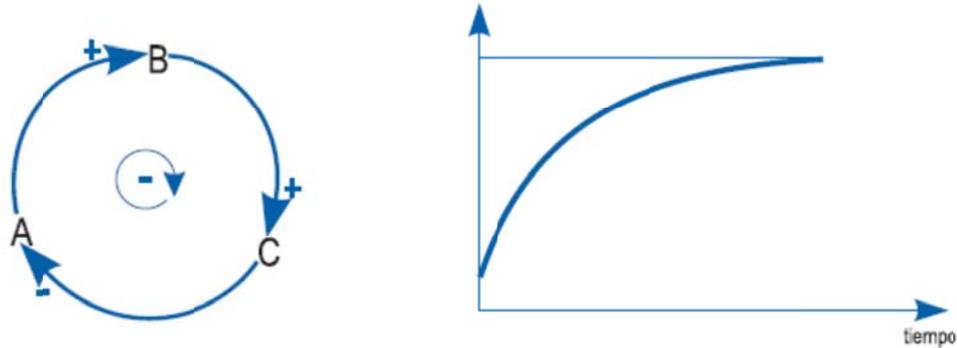
**5.2.3 Diagramas de Causalidad o de Influencias.** En la Dinámica de Sistemas, son muy importantes las relaciones causa – efecto entre los diferentes elementos que componen el sistema, ya que permiten visualizar los cambios que se dan en una variable cuando se modifica el comportamiento de otra de ellas. A la representación de la estructura de las relaciones entre las variables del sistema se le denomina diagrama de influencias o causal (Aracil, 1983).

La relación entre dos variables se representa por una flecha, la cual parte de la variable causal que genera un impacto o efecto en la variable a la que llega la flecha. Esta relación podrá ser positiva, en el caso en el que la relación entre ambas variables sea directamente proporcional, y negativa cuando se trate de una relación inversamente proporcional, situación que se representa por un signo que se coloca en punta de la flecha (variable afectada).

Cuando un conjunto de variables se afectan entre sí, forman un ciclo cerrado de causalidad, que se denomina Bucle, al cual se le asigna un signo con los siguientes criterios:

- Signo menos (-) si hay un número impar de flechas con signo negativo, lo que significa que se tendrá un bucle de retroalimentación negativo, el cual según

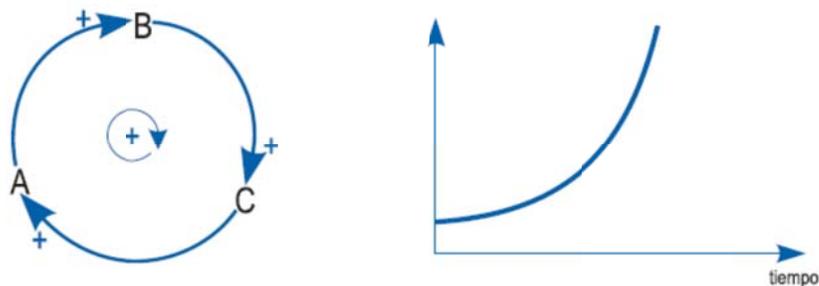
Aracil: "...aporta el esquema básico de todo comportamiento orientado a un objetivo" ya que cuando "se perturba alguno de sus elementos, el sistema, en virtud de su estructura, reacciona tendiendo a anular esa perturbación" (Aracil, 1983, pág. 22), situación que se esquematiza en la siguiente figura:



**Figura 4. Estructura de realimentación negativa y comportamiento del sistema.**

Fuente: (Aracil, 1983).

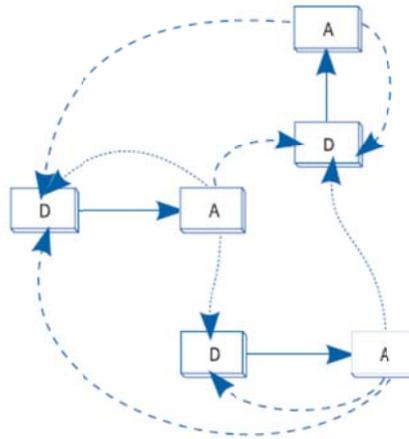
- Signo más (+) si hay un número par de flechas con signo negativo o todas las flechas poseen signos positivos, lo que representa a un bucle de retroalimentación positiva, es decir, "... un proceso en el que un estado determina una acción, que a su vez refuerza este estado, y así indefinidamente". "Se trata, por tanto, de una realimentación que amplifica las perturbaciones y que, por tanto, inestabiliza al sistema" (Aracil, 1983).



**Figura 5. Estructura de realimentación positiva y comportamiento del sistema.**

Fuente: (Aracil, 1983).

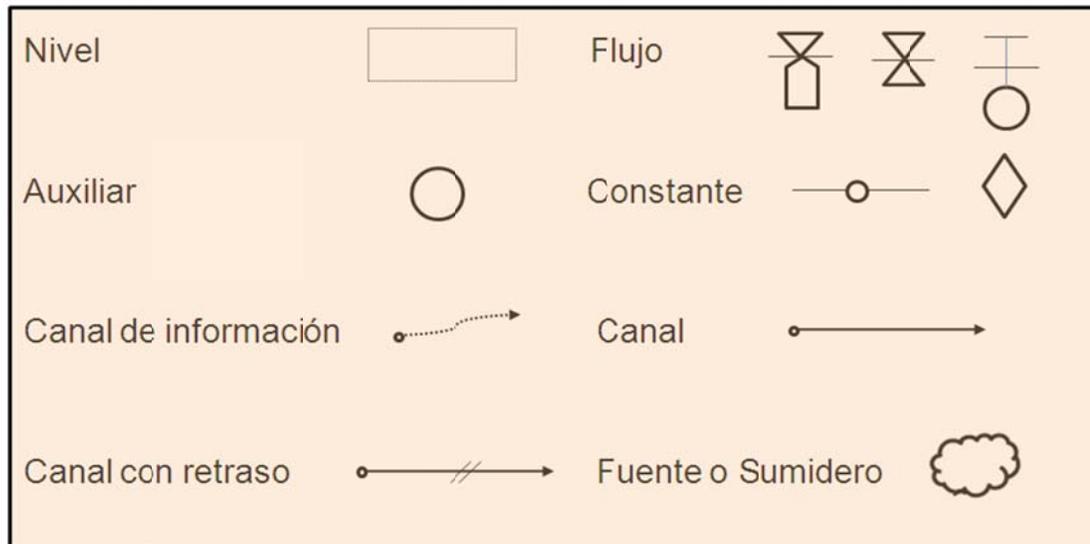
En la práctica, de acuerdo con Aracil una organización puede tomar decisiones en múltiples puntos, lo que implica que los sistemas son complejos, sin ser una mera relación unidireccional de influencias, y por lo tanto se representan por una estructura de múltiples bucles de retroalimentación, tal como se visualiza en la siguiente figura (Aracil, 1983).



**Figura 6. Estructura con múltiples bucles de un proceso complejo.**

Fuente: (Aracil, 1983).

**5.2.4 Diagramas de Forrester o de Flujos-Niveles.** Los diagramas de Forrester son una profundización, con mayor información de detalle, de los diagramas de causalidad o influencias. Estos utilizan los símbolos de la hidrodinámica representados en las convenciones de la siguiente figura:



**Figura 7. Símbolos empleados en los Diagramas de Forrester.**

Fuente: (Forrester, 1972)

- Las variables de nivel son normalmente las variables más importantes e indican el estado en el que se encuentra el sistema.
- Los flujos determinan la variación de las variables de nivel y muestran la cantidad de material que puede pasar en una unidad de tiempo.
- Las variables auxiliares permiten establecer pasos intermedios para la determinación de las variables de flujo a partir de las variables de nivel.
- Las flechas de línea continua indican el origen y destino del material y las flechas de línea discontinua los flujos de información.
- Los retardos establecen la cantidad de material o de información que se encuentra retrasada.

- Las fuentes o sumideros de materiales se representan por nubes; en estas no importa la cantidad que haya en ellas.

**5.2.5 Aplicaciones de la Dinámica de Sistemas.** La Dinámica de Sistemas tiene múltiples campos de aplicación:

En la construcción de modelos para sistemas sociológicos que simulan por ejemplo la dinámica social de Pareto o Marx (Hanneman, 1988), asuntos relacionados con justicia, defensa y logística de evolución de tropas (Jacobsen & Bronson, 1985), problemas de delincuencia y detección de delitos. También se han realizado modelos relacionados con las ciencias sociales (Lane, 2001).

En los sistemas ecológicos y medioambientales, en los cuales se analiza la dinámica de las poblaciones (Gutierrez & W, 1980) y la contaminación (Meadows & Meadows, 1973).

En los sistemas energéticos, para el análisis de estrategias de empleo de los recursos energéticos (Choucri, 1981), (Naill, 1977).

En el sector de las Telecomunicaciones, en el cual recientemente se realizó un modelo para comprender y valorar la banda ancha en zonas rurales de Escocia (Howick & Whalley, 2008). Con este modelo se pretendió, entre otras, analizar porqué se presenta una baja adopción del servicio por parte de las personas a pesar la amplia disponibilidad de este.

En ambientes operativos como la gestión de proyectos en las organizaciones, con el fin de analizar cambios inesperados en la planeación, imprevistos, retrasos, incremento en los presupuestos, entre otros (García, 2011).

En proyectos de infraestructura como la creación de vías y presas, entre otros.

En gestión de la producción para analizar causas de retrasos en esta, el manejo de inventarios y las formas de organizar la producción, entre otros (García, 2011).

En gestión de procesos organizacionales para analizar cada una de sus fases e identificar el impacto de pequeñas variaciones aleatorias en el comportamiento de este, entre otros (García, 2011).

En la gestión del talento humano, con el fin de analizar el cambio organizacional, la gestión del conocimiento, el aprendizaje de los individuos, la mejora de las habilidades directivas, entre otros (García, 2011).

En gestión de organizaciones para analizar inversiones, implantación de nuevas tecnologías, diseño de políticas de calidad, entre otras (García, 2011).

Así pues, en la literatura se encuentran numerosas aplicaciones de la Dinámica de Sistemas en las organizaciones, para efecto de la aplicación específica de este trabajo, es importante tener en cuenta el uso que se le ha dado al modelado con DS en las áreas de estrategia organizacional, aprovechando sus características y potencialidades, el cual promete ser mucho más significativo según la publicación de varios libros importantes (Morecroft, 2007), (Warren, 1998).

A través de los años la comunidad internacional de investigadores de la Dinámica de Sistemas ha consolidado un amplio conocimiento sobre el diseño y la validación de estrategias empresariales mediante el empleo de la DS. Ésta ha tenido últimamente un gran auge por la popularidad del libro de La Quinta Disciplina (Senge, 1990), que soporta el aprendizaje organizacional en los conceptos básicos del pensamiento sistémico, y por el desarrollo de programas

informáticos para simular los modelos, tales como iThink<sup>3</sup>, Powersim<sup>4</sup>, Stella<sup>5</sup>, y Vensim<sup>6</sup>.

La literatura no reporta trabajos relacionados con el Balanced Scorecard Dinámico donde se estudie el impacto de los lead time en el desarrollo de servicios para el sector de las telecomunicaciones, adicionalmente, en Colombia son muy limitados los casos reales de aplicaciones generales con Dinámica de Sistemas. Casi en su totalidad son el resultado de las actividades de alguno de los grupos de investigación establecidos en algunas Universidades.

### **5.3 EL BALANCED SCORECARD**

La relevancia que ha venido tomando el tema de los indicadores de gestión se deriva, entre otras, de la necesidad de los líderes empresariales de contar con información confiable, oportuna y significativa, que les brinde soporte a la toma decisiones.

Esta relevancia se evidencia en la literatura empresarial reciente de varios autores, quienes argumentan la importancia de las mediciones empresariales, pasando de medir la organización sólo con indicadores de tipo financiero u operativos que le apuntan a la calidad, a una visión más integral en la cual se consideran los indicadores para la toma de decisiones estratégicas, analizándolos desde varias perspectivas de la empresa, y teniendo en cuenta las relaciones entre esas perspectivas, las estrategias y las acciones que se realizan en el día a día para hacerlas realidad (Hronec & Andersen, 1993), (Brown, 1996), (Kaplan & Norton, 2000), (Niven, 2002).

---

<sup>3</sup> ISEESYSTEMS. <http://www.iseesystems.com/software/Business/iThinkSoftware.aspx>

<sup>4</sup> POWERSIM SOFTWARE. <http://www.powersim.com/>

<sup>5</sup> ISEESYSTEMS. <http://www.iseesystems.com/software/Education/StellaSoftware.aspx>

<sup>6</sup> VENSIM SOFTWARE. <http://www.vensim.com/>

Uno de estos enfoques es el Balanced Scorecard (Cuadro de Mando Integral) creado por Kaplan y Norton en la década de los noventa, en el cual plantean una metodología de indicadores de gestión que permite medir la ejecución efectiva de la estrategia desde cuatro perspectivas empresariales (finanzas, cliente, procesos internos, aprendizaje y crecimiento). Dichos indicadores se desarrollan a partir del despliegue de la estrategia en objetivos estratégicos, con una mirada integral en la que se establecen relaciones causa- efecto entre ellos.

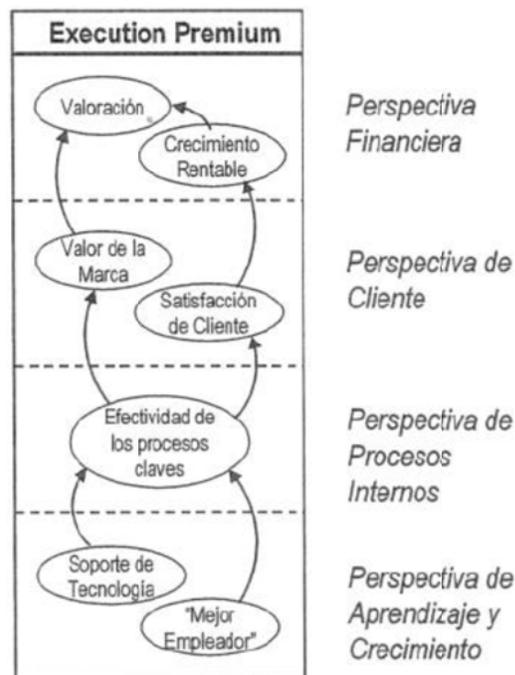
Este enfoque lo plantean Kaplan y Norton de la siguiente manera:

“Una estrategia es un conjunto de hipótesis sobre las relaciones causa-efecto. Estas pueden expresarse con una secuencia de declaraciones del tipo si/entonces. Un cuadro de mando adecuadamente construido debe contar la historia de la unidad de negocios a través de una secuencia de relaciones causa-efecto. El sistema de indicadores debe hacer que las relaciones (hipótesis) entre los objetivos (e indicadores) en las diversas perspectivas sean explícitas a fin de que puedan ser gestionadas y convalidadas. Debería identificar y hacer explícita la secuencia de hipótesis sobre las relaciones de causa y efecto entre los indicadores y los resultados y los inductores de la actuación de esos resultados” (Kaplan & Norton, 2000, pág. 163).

El Balanced Scorecard (BSC) concentra su atención en sólo unas pocas medidas clave de desempeño que permiten alinear las actividades cotidianas de todos los miembros de una organización con el logro de los objetivos estratégicos, y entender una interconexión entre las diferentes dependencias funcionales, al considerar indicadores de las cuatro perspectivas empresariales.

La perspectiva financiera incorpora la visión de los accionistas y mide la creación de valor de la empresa. La perspectiva del cliente refleja el posicionamiento de la empresa en el mercado o, más concretamente, en los segmentos de mercado donde quiere competir. La perspectiva interna recoge indicadores de procesos

internos que son críticos para el posicionamiento en el mercado y la perspectiva de aprendizaje y crecimiento refleja los recursos materiales y las personas las cuales son la clave del éxito (Kaplan & Norton, 1992), (Kaplan & Norton, 1996). Estas perspectivas se consignan en una diagrama denominado Mapa Estratégico, el cual contiene un conjunto de variables que representan mediciones de la realidad organizacional (Ej: Ingresos, unidades vendidas, satisfacción de clientes, satisfacción de los empleados, entre otras), y las relaciones causales unidireccionales entre dichas variables, (Kaplan; Norton, 2000) tal como se observa en la siguiente figura:



**Figura 8. Mapa Estratégico - Perspectivas del Balanced Scorecard**

Fuente: (Kaplan; Norton, 2008).

**5.3.1 El Balanced Scorecard, la Racionalidad Limitada y la Dinámica de Sistemas.** Como se mencionó en el numeral anterior, el BSC centra su atención en unas pocas variables, lo cual constituye una aproximación reduccionista a la medición del comportamiento organizacional. Esto evidencia el principio de la

Racionalidad Limitada, pues la escogencia de estas variables se hace en un proceso de adaptación tal como se plantea en la teoría de Simon: “Las escogencias individuales tienen lugar en un ambiente de “cosas dadas”, premisas que son aceptadas por el sujeto como base para su escogencia; un comportamiento es adaptativo solo dentro de los límites establecidos por esas “cosas dadas” (Simon H. A., 1957, pág. 79).

Adicionalmente, la tendencia de las organizaciones a este tipo de comportamientos reduccionistas, se debe a las limitaciones de atención, tiempo, memoria y procesamiento de información de los seres humanos, quienes de las situaciones complejas estructuran modelos mentales muy simples, lo que en palabras de Simon corresponde al hecho de que “la capacidad de la mente humana para formular y resolver problemas complejos es muy pequeña comparada con el tamaño del problema cuya solución es requerida para un comportamiento racional objetivo en el mundo real o aún para una aproximación razonable a dicha racionalidad objetiva” (Simon H. A., 1957, pág. 198).

En este sentido, el Balanced Scorecard, como un modelo simple que representa una realidad compleja, tiene varias limitaciones:

- Las relaciones causa-efecto del Mapa Estratégico son unidireccionales o lineales, ya que no consideran la complejidad de los efectos de la realimentación (Warren & Langley, 1999).
- Las relaciones causa-efecto no hacen explícito el efecto de la dimensión tiempo (Wolstenholme, 2005), (NØRREKLIT, 2000), lo cual puede llevar a considerar la herramienta como estática ya que solo se visualiza el impacto puntual de una variable sobre otra sin tener en cuenta los cambios de este impacto en el tiempo.

- La selección de las variables críticas puede no ser correcta, ya que la herramienta no incluye mecanismos para asegurar la importancia de ellas (Hudson, Smart, & Bourne, 2001).

Estas deficiencias son precisamente los puntos fuertes de la Dinámica de Sistemas, por lo que esta podría constituirse en una forma eficaz de superar las limitaciones que presenta la herramienta del Balanced Scorecard. De hecho, el propio Norton, en un artículo escrito en el 2000, sostiene que tanto él como Kaplan creen que la simulación con Dinámica de Sistemas será la expresión última de la estrategia de una organización y la base perfecta para el BSC (Norton citado en Rydzak, F; et.al, 2004).

## 6. PARÁMETROS Y VARIABLES DEL MODELO

El modelo desarrollado se divide en 4 partes cada una de las cuales representa una perspectiva del Balanced scorecard, la primera perspectiva contiene los aspectos financieros más relevantes utilizados para medir en términos monetarios los resultados de los desarrollos de nuevos servicios en la organización, estos resultados son apalancados por la segunda perspectiva en la que se modelan los clientes que la compañía paulatinamente va logrando acumular, estos clientes a su vez se vinculan tanto con la perspectiva del proceso de desarrollo, a través de los resultados de I+D los cuales serán afectados por el lead time en el desarrollo del servicio, como con la cuarta perspectiva a través del Nivel Medio de experiencia de las personas, en esta última el personal es modelado considerando tanto los expertos como los inexpertos, y se tiene en cuenta para las nuevas contrataciones que el personal requerido también depende del lead time deseado en el desarrollo del nuevo servicio.

### **PERSPECTIVA FINANCIERA:**

**Ingresos:** Dinero que ingresa a la compañía por la venta de servicios.

**Precio:** Valor pagado por los clientes por cada servicio comprado. El precio promedio para cada servicio se asume como 10 USD.

**Efectivo libre:** Acumulado de los ingresos que se van generando por la compra de los servicios por parte de los clientes menos los egresos de la compañía.

**Fondos de capital:** Como política interna de UNE se tiene que cada vez que el desarrollo de un nuevo servicio requiera financiación adicional (efectivo libre es menor que 10.000 USD) se acude al área Financiera de la Compañía quien proporciona en calidad de préstamo recursos para crecimiento por una cantidad

fija de 80.000 USD. De este modo el área Financiera actúa como los mercados de capital financiando todas las operaciones.

Recursos para crecimiento: Dineros usados para la financiación de nuevos desarrollos de servicios.

Egresos: Hasta que UNE no considere su flujo de caja alto – más de 200.000 USD – derivado del desarrollo de un nuevo servicio, el tope de egresos definidos es realmente bajo – 10.000 USD por mes –, pero después del límite, las operaciones se expanden junto con una mayor cantidad de egresos llegando estos a 50.000 USD por mes. Es de anotar que, las inversiones en I+D que realiza la compañía hacen parte de estos egresos. En el modelo los pagos de los salarios se separaron de la variable egresos y se manejan como otra variable (Pago Salarios), lo cual permite visualizar el comportamiento de estos. Los egresos dependen más de las decisiones presupuestarias que de los ingresos.

Pago salarios: Son los pagos correspondientes a los salarios del personal.

Flujo de Caja: Muestra los flujos netos mensuales que se van obtenidos durante todo el horizonte de la simulación.

VPN: Permite visualizar el valor presente de los flujos de caja futuros descontados a diferentes tasas; estas tasas se utilizarán para realizar análisis de sensibilidad en el modelo.

### **PERSPECTIVA CLIENTES:**

Captura de clientes: Fracción de clientes capturados por cada dólar de I + D. Esta fracción equivale a 0,0072 [Clientes/Dólar]. Esto se deriva del hecho de que en

UNE se emplean alrededor de \$250.000 (138,8 USD) en la adquisición de un nuevo cliente.

Factor de productividad: Este factor refleja la valoración que da el mercado a las innovaciones más tempranas (Esta valoración se asume que disminuye de un valor de 8 a un valor de 6), y es impactado por el Nivel Medio de experiencia de las personas.

Ingreso de clientes: Cantidad de clientes que ingresan mensualmente a la compañía. Esta cantidad es una función de la *captura de clientes*, el *factor de productividad* y los *resultados de I+D*.

Clientes: Acumulado de los clientes que va adquiriendo la compañía menos los clientes que se retiran.

Pérdida de clientes: Cantidad de clientes que se retiran de la compañía.

Tasa de pérdida de clientes: Porcentaje de clientes que se retiran mensualmente de la compañía. Para esta tasa se realizó una prueba de bondad de ajuste Smirnov-Kolmogoro, la cual arrojó que la tasa de pérdida sigue una distribución Weibull inversa (0, 6.02, 78.1). (Ver anexo: Ajuste de la tasa de pérdida de clientes).

## **PERSPECTIVA PROCESOS:**

Inversión en I+D: Dinero que destina la compañía para la investigación y desarrollo de sus nuevos productos. Como factor estratégico y diferenciador de UNE, se tiene como política invertir en I&D constantemente, es por esto que estas inversiones permanecen durante todo el tiempo del proceso de desarrollo de los servicios.

Cuota de I+D: Esta cuota corresponde al 20% de los egresos, en un escenario con un tiempo de desarrollo de 12 meses. Si el tiempo de desarrollo se acorta, la cuota de I&D se incrementará de acuerdo con la mejora del **lead time**. Los egresos como parte de la perspectiva financiera, se vinculan en el modelo al proceso de desarrollo del servicio junto con la cuota de I+D.

Proceso de desarrollo: Inversiones en I+D menos los resultados en I+D que la compañía va obteniendo. Estas inversiones se destinan al conjunto de actividades, procedimientos o acciones que la organización ejecuta como parte del desarrollo de sus servicios involucrando todo el componente de la investigación e innovación de los mismos.

Resultado de I+D: Resultado que genera el proceso de desarrollo como consecuencia de las inversión en I+D realizadas. El resultado de I&D y la cuota de I&D vinculan los dos estados de la simulación al mismo tiempo. El resultado de I+D es afectado por el **lead time** en el desarrollo del servicio y a su vez apalancará a la compañía para conseguir nuevos clientes.

Retardo en el proceso de desarrollo: El objetivo del modelo es proporcionar una visión amplia del fenómeno y por consiguiente se asume que el tiempo de retraso en el desarrollo de un servicio es fijo.

Lead Time: Tiempo que se emplea en el desarrollo de un nuevo servicio.

#### **PERSPECTIVA APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO:**

Personal requerido: Cantidad de personas necesarias para participar en el desarrollo de un nuevo servicio. Este personal está en función del **lead time**, es decir, a menor lead time mayor empleados se requiere para los desarrollos.

Contratando: Cantidad total de personas que se vinculan al desarrollo de un nuevo servicio. Corresponde a la sumatoria del personal requerido más la reposición del personal que es despedido (Entiéndase despedidos como las personas que abandonan el desarrollo de los nuevos servicios porque son asignadas a otra labor o porque que se retiran de la compañía).

Esta perspectiva cuenta con una cadena de envejecimiento que comienza con la contratación de personas inexpertas hasta los despidos de las personas expertas.

Inexpertos: Cantidad de personas novatas que se vinculan al desarrollo de un nuevo servicio.

Expertos: Cantidad de personas que poseen amplios conocimientos en el desarrollo de un nuevo servicio. Como política interna de la compañía se tiene que en el desarrollo de un servicio deben haber como mínimo 2 expertos.

Tiempo de entrenamiento: Corresponde al *tiempo medio de aprendizaje* que requiere una persona inexperta para convertirse en experta.

Nivel medio de experiencia: A partir del supuesto de que la experiencia y conocimientos adquiridos son mayores para el personal más antiguo, se calcula un índice, llamado nivel medio de experiencia, que pondera un valor mayor para las personas que son expertos.

Despidiendo: Representa la cantidad de personas que dejan de participar en el desarrollo de los nuevos servicios, ya sea porque son asignadas a otra labor en la compañía o porque que se retiran de esta.

Tasa de despidos: Tasa a la cual las personas dejan de participar en el desarrollo de los nuevos servicios, ya sea porque son asignadas a otra labor en la compañía

o porque que se retiran de esta. Se supone que la tasa de despidos es del 2% mensual.

Pago salarios: Corresponde a la remuneración total que la empresa le da tanto a las personas expertas como las inexpertas. Este pago se vincula a la perspectiva financiera del modelo como parte constitutiva del total de egresos de la compañía.

Salario expertos: Sueldo de las personas expertas (1000 USD/MES).

Salario inexpertos: Sueldo de las personas inexpertas (2000 USD/MES).

## 7. DIAGRAMA CAUSAL Y EL MODELO DE FLUJOS DE LAS VARIABLES

### 7.1 DIAGRAMA CAUSAL

El siguiente diagrama ilustra la relación entre las variables anteriormente descritas.

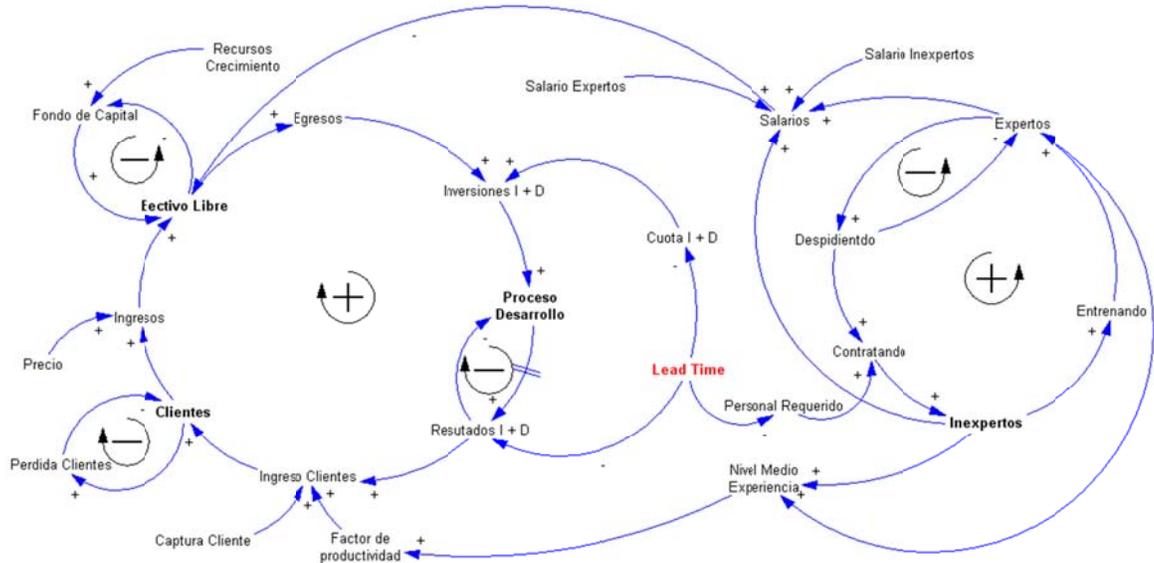


Figura 9. Diagrama Causal

Para responder a la estrategia diferenciadora definida en UNE que le apunta al desarrollo constante de nuevos servicios, se reserva al interior de la compañía un porcentaje de dinero que se destina a I+D, este porcentaje o Cuota de I+D está ligado al **lead time** en el desarrollo del servicio en el sentido de que si este tiempo se acorta, la cuota de I&D se incrementa de acuerdo con esta mejora. Esto se refleja en el diagrama causal a través de una relación que indica que entre menor lead time se desee tener el desarrollo del servicio, es decir, entre más rápido la organización quiera tener disponibles sus servicios para el mercado, ella deberá invertir en una mayor cuota de I+D, o en otras palabras, en una mayor cantidad de dinero disponible para suplir las necesidades de más recursos; y viceversa, entre

más tarde se desee impactar al mercado con los servicios menos cuota de I+D tendrá que separar la organización.

Así pues, partiendo de este porcentaje o cuota de dinero que la empresa destina en I+D para el desarrollo de un servicio, se constituye la inversión en I+D que se toma como entrada para el proceso de desarrollo de un nuevo servicio. En el diagrama se relacionan las variables positivamente así: A mayor cuota de los egresos destinada a I+D mayor inversión en I+D. A mayor inversión en I+D mayores recursos para el proceso de desarrollo de un nuevo servicio.

Derivado del proceso de desarrollo y mediante un retardo (líneas paralelas sobre la flecha) del mismo, cuyo objetivo se basa en tener un mayor lapso para lograr estabilidad, mejora del sistema y generar efectos en la oportunidad de la toma de decisiones, se obtienen los resultados de I+D, estos resultados son afectados en forma inversa por el lead time así: a mayor Lead time utilizado para el desarrollo de un nuevo servicio se tendrán menores resultados de I+D.

Los resultados de I+D, la fracción de captura de clientes y el factor de productividad influyen positivamente para la consecución de nuevos clientes aumentando el nivel de estos para la compañía. Es de anotar que, el factor de productividad, que refleja la valoración que da el mercado a las innovaciones más tempranas, se ve afectado en forma directa por el Nivel Medio de experiencia de las personas, es decir, a mayor experiencia tenga el recurso humano disponible en la organización más productivo será este.

Con el transcurrir del tiempo y por la naturaleza del mercado tan competido de las telecomunicaciones, algunos clientes se van retirando de la compañía, lo cual queda evidenciado a través de una relación negativa con la pérdida de estos, es decir, a mayor pérdida de clientes la organización quedará con una menor base total de clientes. También se debe tener en cuenta, que entre más grande sea la

base de clientes que se tenga, mayores serán los retiros (sin variar la tasa de éstos ya que se mantiene constante por ser uno de los parámetros del modelo), lo que se denota a través de una relación causal.

A medida que los clientes van aumentando, los ingresos también lo hacen (polaridad positiva); y aunque el precio también está relacionado de manera directamente proporcional con los ingresos, este no implicará cambio en el ingreso ya que permanece constante por tratarse de un parámetro del modelo. Nótese que los ingresos afectan al efectivo libre, el cual va siendo usado en forma directamente proporcional para cubrir los egresos de la compañía. Cada vez que se requiera financiación adicional para el desarrollo de un nuevo servicio, porque no se cuenta con el suficiente efectivo libre disponible, se acude al área Financiera de la Compañía quien proporciona en calidad de préstamo recursos para crecimiento mediante fondos de capital. De este modo el área Financiera actúa como los mercados de capital financiando todas las operaciones.

Por otra parte se tiene todo lo relacionado con el recurso humano que participa en el desarrollo de un nuevo servicio. Entre menos **lead time** se establezca para el desarrollo de los nuevos servicios más personal se requiere (polaridad negativa); este personal junto con la reposición por despidos afectan directamente al total de contrataciones que se realicen. Las personas inexpertas contratadas se van volviendo expertas a través del entrenamiento, y se llega el momento en el cual algunos expertos son despedidos (polaridad negativa), es decir, son asignados a otras labores dentro de la compañía o abandonan la misma. Tanto los expertos como los inexpertos tienen asociados sus respectivos salarios los cuales tienen una polaridad negativa sobre el efectivo libre de la compañía, es decir, a mayores salarios pague la compañía menor será el efectivo libre de esta.

## 7.2 DIAGRAMA DE FLUJOS Y NIVELES - ECUACIONES PARA LA SIMULACIÓN

A continuación se presenta el diagrama de flujos y niveles o diagrama de Forrester creado para cada una de las perspectivas del Balanced scorecard, este fue desarrollado en Ithink<sup>7</sup>. La estructura de flujos y niveles tiene una correspondiente uno a uno con la estructura del diagrama causal presentado anteriormente, los diagramas causales son una herramienta grafica para capturar los modelos mentales de los tomadores de decisiones, un diagrama de flujos y niveles es una herramienta gráfica más detallada que ayuda a cuantificar lo que ya ha sido capturado en el diagrama causal, las variables y los conceptos en el diagrama causal se manifiestan como flujos y niveles en el diagrama de Forrester.

---

<sup>7</sup> Entorno informático que permiten construir modelos dinámicos empleando procedimientos gráficos, mediante iconos. Está orientado hacia aplicaciones profesionales permitiendo el manejo de modelos complejos.

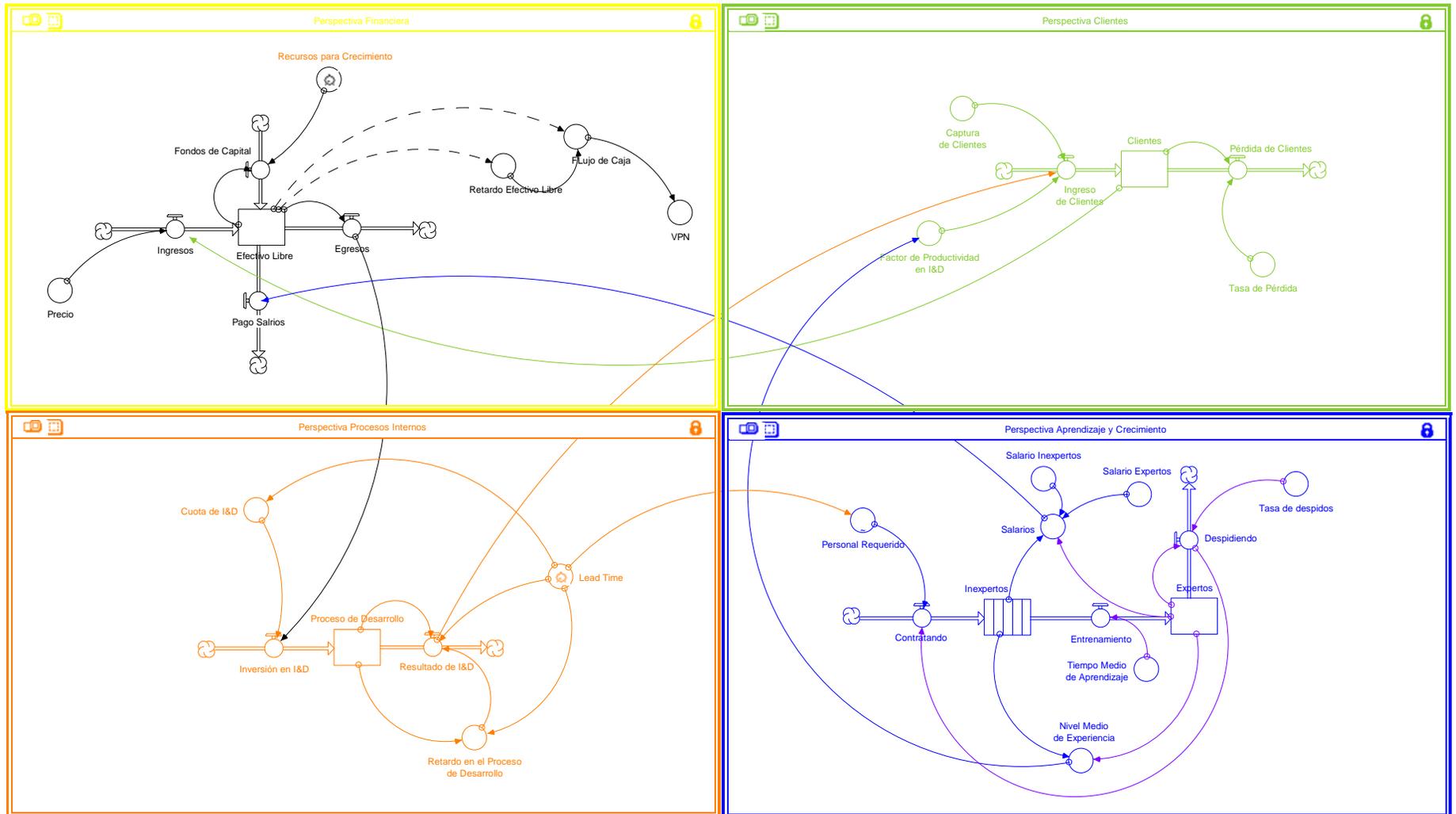
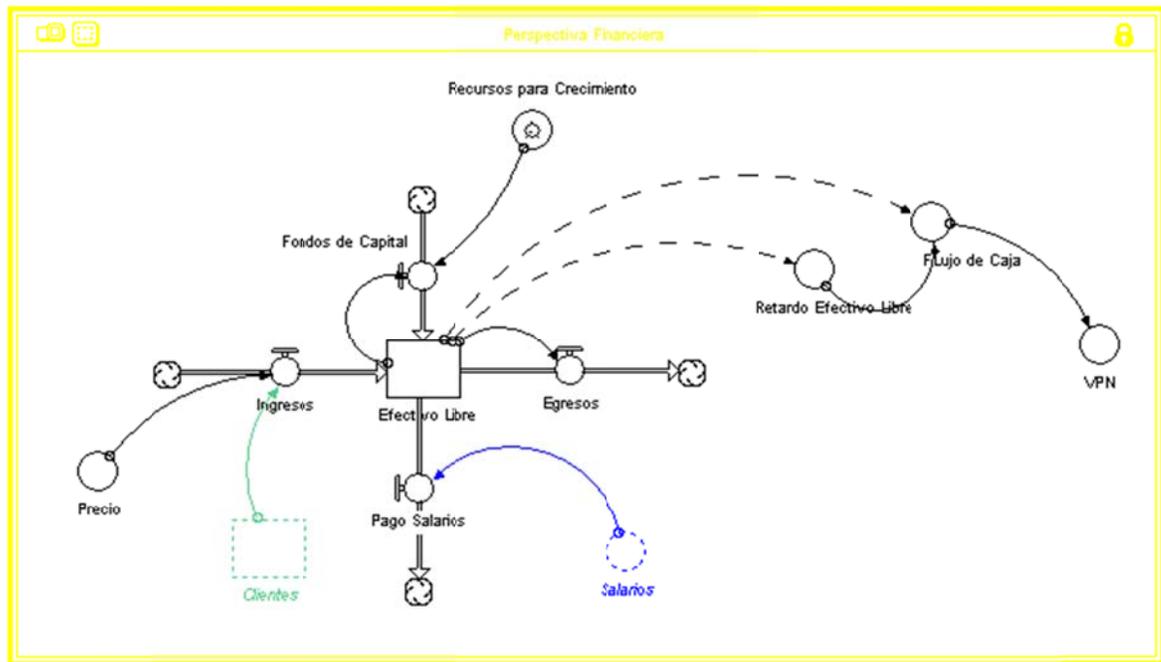


Figura 10. Diagrama de flujos y niveles.

## PERSPECTIVA FINANCIERA

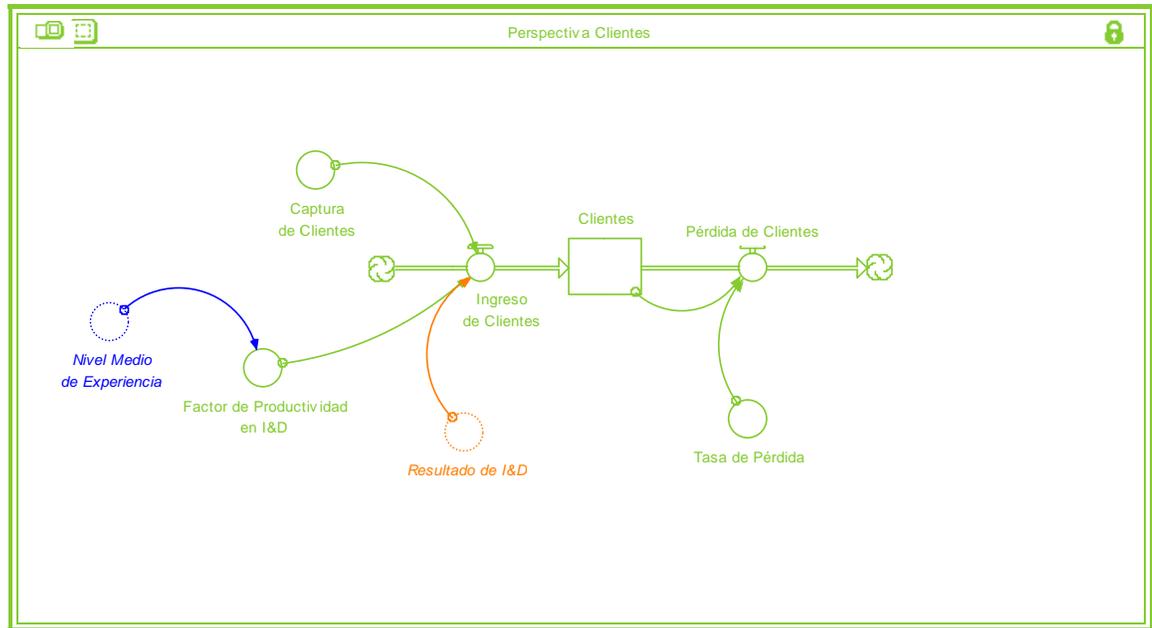


**Figura 11. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Financiera**

- $$\square \text{ Efectivo\_Libre}(t) = \text{Efectivo\_Libre}(t - dt) + (\text{Ingresos} + \text{Fondos\_de\_Capital} - \text{Egresos} - \text{Pago\_Salarios}) * dt$$

$$\text{INIT Efectivo\_Libre} = 80000$$
- INFLOWS:
- $\Rightarrow \text{Ingresos} = \text{Clientes} * \text{Precio}$
  - $\Rightarrow \text{Fondos\_de\_Capital} = \text{IF}(\text{Efectivo\_Libre} < 10000) \text{ THEN}(\text{Recursos\_para\_Crecimiento}) \text{ ELSE}(0)$
- OUTFLOWS:
- $\Rightarrow \text{Egresos} = (\text{IF}(\text{Efectivo\_Libre} \geq 200000) \text{ THEN}(50000) \text{ ELSE}(10000))$
  - $\Rightarrow \text{Pago\_Salarios} = \text{Salarios}$
- $\circ \text{ Flujo\_de\_Caja} = \text{Efectivo\_Libre} - \text{Retardo\_Efectivo\_Libre}$   
 $\circ \text{ Precio} = 10$   
 $\circ \text{ Recursos\_para\_Crecimiento} = 80000$   
 $\circ \text{ Retardo\_Efectivo\_Libre} = \text{DELAY}(\text{Efectivo\_Libre}, 1)$   
 $\circ \text{ VPN} = \text{NPV}(\text{Flujo\_de\_Caja}, 0.001651581) - 80000$

## PERSPECTIVA CLIENTES



**Figura 12. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Clientes**

$$\square \text{ Clientes}(t) = \text{Clientes}(t - dt) + (\text{Ingreso\_de\_Clientes} - \text{Pérdida\_de\_Clientes}) * dt$$

INIT Clientes = 0

INFLOWS:

$$\rightarrow \text{Ingreso\_de\_Clientes} = \text{Resultado\_de\_I\&D} * \text{Captura\_de\_Clientes} * \text{Factor\_de\_Productividad\_en\_I\&D}$$

OUTFLOWS:

$$\rightarrow \text{Pérdida\_de\_Clientes} = \text{Tasa\_de\_Pérdida} * \text{Clientes}$$

$$\circ \text{ Captura\_de\_Clientes} = 0.0072$$

$$\circ \text{ Factor\_de\_Productividad\_en\_I\&D} = \text{Nivel\_Medio\_de\_Experiencia} + 8 + \text{STEP}(-1,20) + \text{STEP}(-1,40) + \text{STEP}(-1,60) + \text{STEP}(-1,80)$$

$$\circ \text{ Tasa\_de\_Pérdida} = (1/78.6) * (-\text{LOGN}(\text{RANDOM}(0,1)))^{(-1/6.02)}$$

## PERSPECTIVA PROCESOS

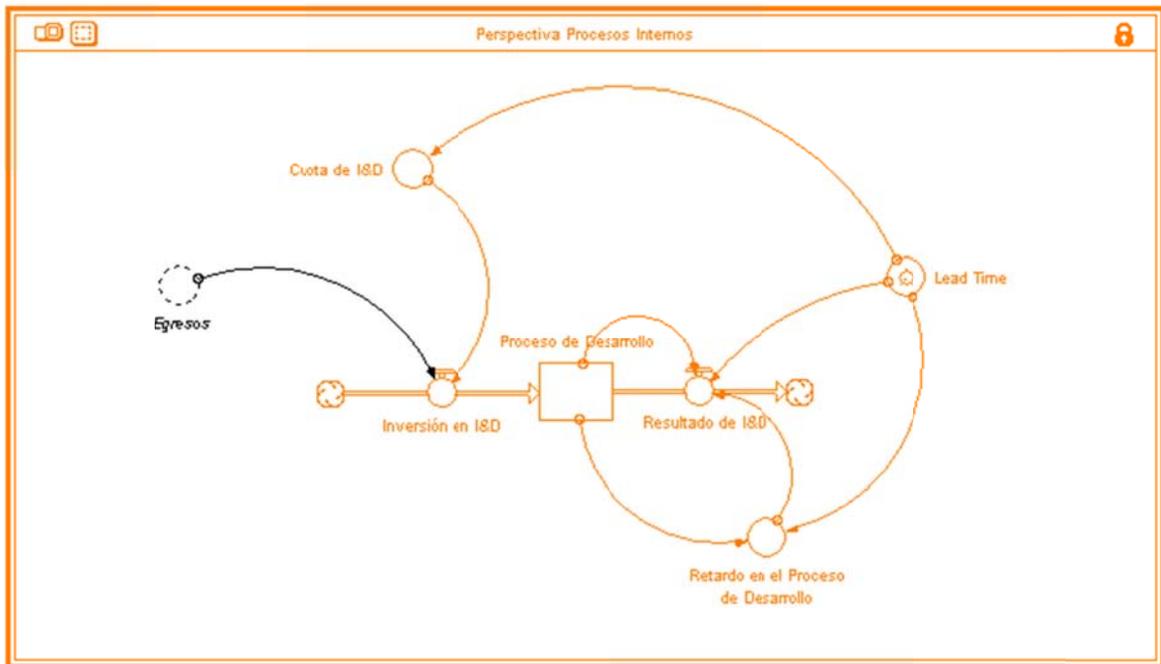
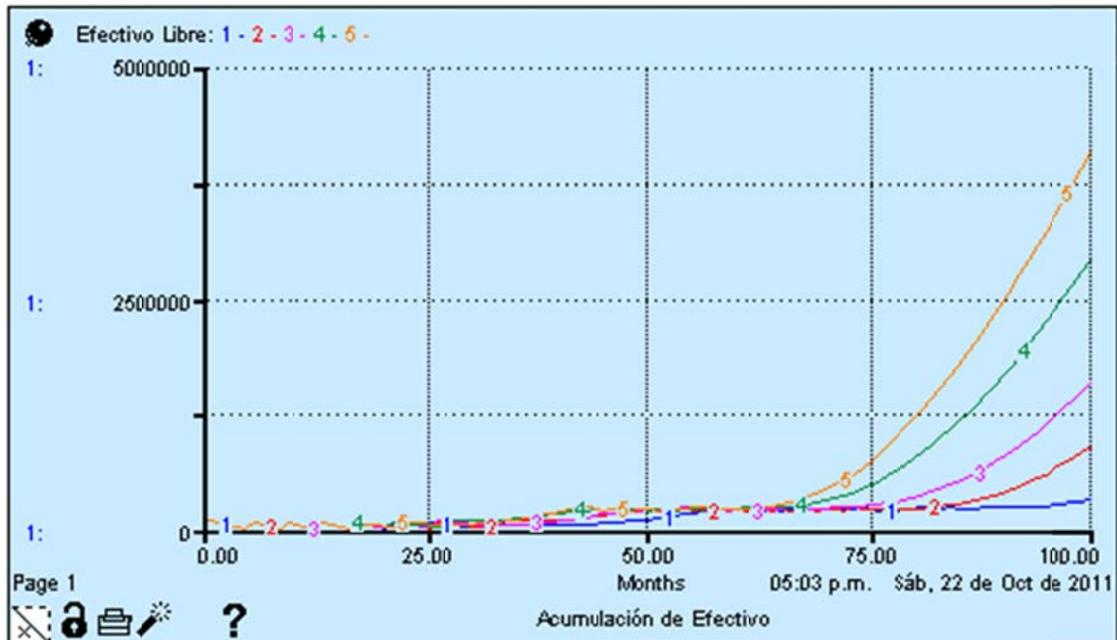


Figura 13. Diagrama de Flujos y Niveles Perspectiva Procesos

- $\text{Proceso\_de\_Desarrollo}(t) = \text{Proceso\_de\_Desarrollo}(t - dt) + (\text{Inversión\_en\_I\&D} - \text{Resultado\_de\_I\&D}) * dt$   
 INIT Proceso\_de\_Desarrollo = 0  
 INFLOWS:  
      $\rightarrow$   $\text{Inversión\_en\_I\&D} = \text{Egresos} * \text{Cuota\_de\_I\&D}$   
 OUTFLOWS:  
      $\rightarrow$   $\text{Resultado\_de\_I\&D} = \text{IF}(\text{Proceso\_de\_Desarrollo} - (\text{Retardo\_en\_el\_Proceso\_de\_Desarrollo} / \text{Lead\_Time}) < 0) \text{ THEN}(0) \text{ ELSE}(\text{Retardo\_en\_el\_Proceso\_de\_Desarrollo} / \text{Lead\_Time})$   
  $\text{Cuota\_de\_I\&D} = 0.2 * (1 + (1 - (\text{Lead\_Time} / 12)))$   
  $\text{Lead\_Time} = 10$   
  $\text{Retardo\_en\_el\_Proceso\_de\_Desarrollo} = \text{DELAY}(\text{Proceso\_de\_Desarrollo}, \text{Lead\_Time}, 0)$



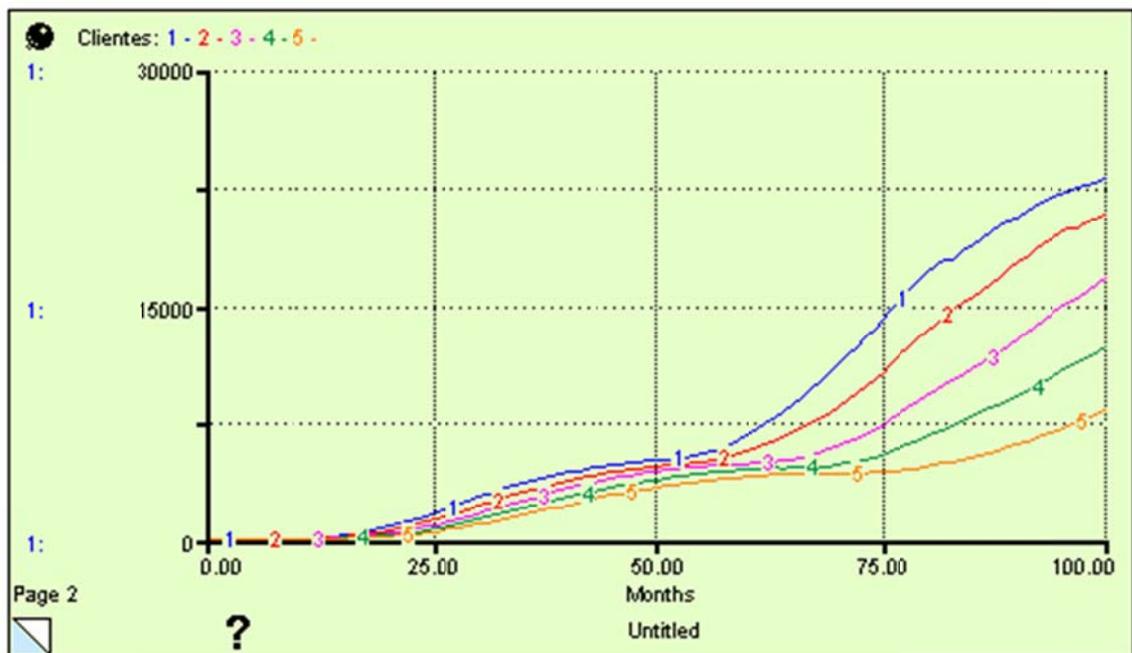
## 8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN



**Figura 15. Cantidad de efectivo para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).**

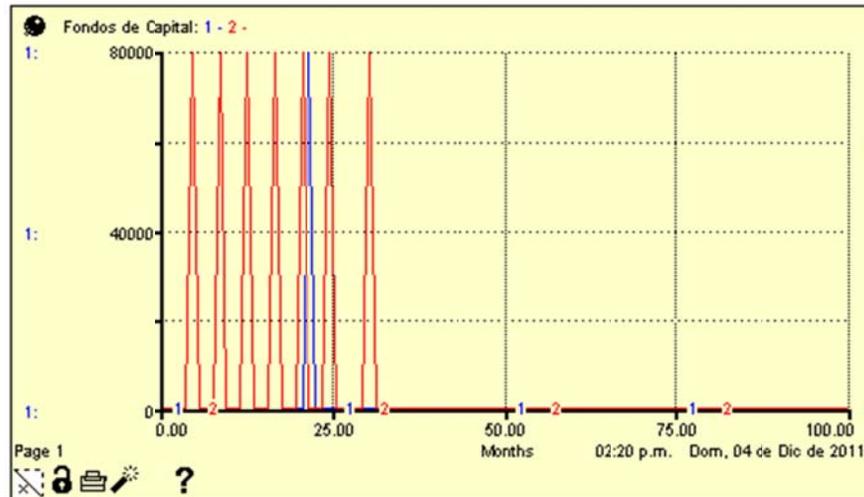
Como puede observarse en la figura anterior, el **lead time** en el desarrollo de un nuevo servicio tiene un gran efecto en el desempeño de la compañía durante todo el periodo de observación. Esta variable produce cambios muy significativos con tan solo variarla unos pocos meses, de hecho el efectivo libre de las operaciones de la compañía, al final del período de la simulación, es superior casi 13 veces en el escenario con un lead time de desarrollo del servicio de 10 meses comparado con el escenario de un lead time de 14 meses. Esto refleja la importancia de monitorear de manera sistémica esta variable dentro del proceso de control de gestión y toma decisiones estratégicas pues impacta significativamente a otras variables que apalancan el cumplimiento de la estrategia de la organización convirtiéndose en un factor crucial para la generación de ingresos.

Las diferencias entre los cinco escenarios simulados podrían mirarse a la luz de otros indicadores. Por ejemplo, con respecto al tema del crecimiento en clientes (Figura 16) se observa que la cantidad de estos va aumentando de manera inversa con el lead time, así, a menor lead time en el desarrollo de un nuevo servicio se incrementan los clientes dado que se saca al mercado de manera oportuna los servicios y adicionalmente los clientes compran y están dispuestos a pagar ya que valoran más las innovaciones más tempranas.



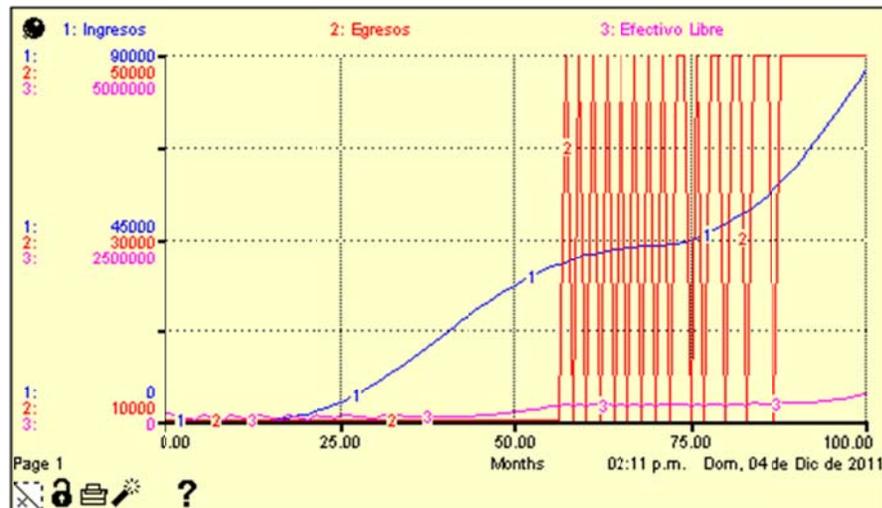
**Figura 16. Cantidad de clientes para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).**

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que los escenarios con los tres lead time más altos requieren más fondos de capital y acuden con mayor frecuencia al área financiera (mercados de capital) para conseguir esa financiación adicional. Por ejemplo, en la figura 17, se observa el mayor número de veces que se acude en un escenario de 14 meses (línea roja) con respecto a un escenario de 10 meses (línea azul).



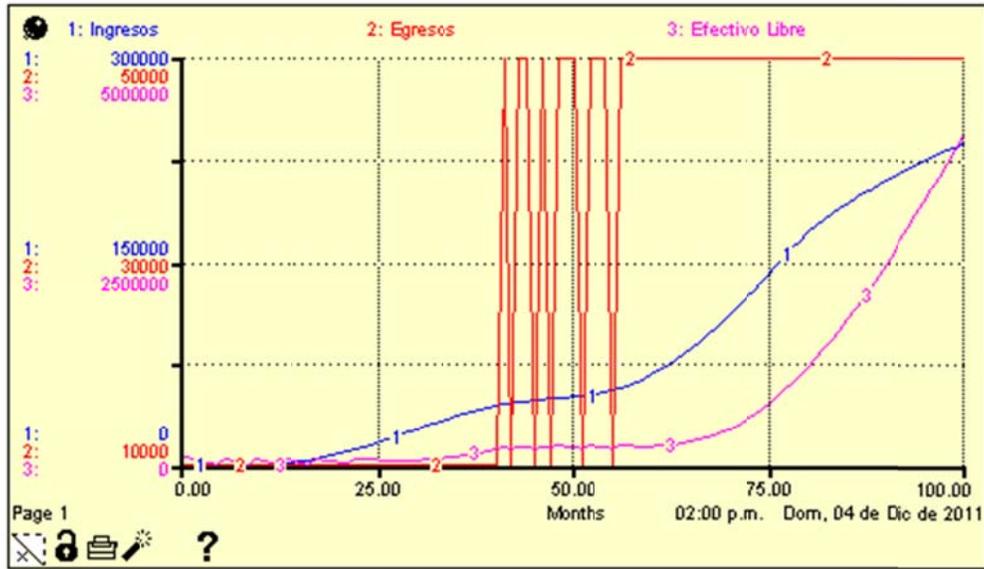
**Figura 17. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 14 meses.**

También se observa que la expansión de las operaciones es mucho más difícil cuando el lead time es más largo. De hecho, en algunos de los escenarios presentados, por ejemplo con un lead time de 14 meses, no se observa claramente cuando comienza la expansión de las operaciones de la compañía (Figura 18).



**Figura 18. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 14 meses.**

Sin embargo, con un lead time de desarrollo más corto, la expansión de las operaciones es menos difícil. Por ejemplo, en el escenario con un lead time de 10 meses se alcanza el punto de expansión (es decir, cuando la cantidad de efectivo es superior a los \$200,000) mucho antes del mes 62 (Figura 19).



**Figura 19. Ingresos, egresos y efectivo libre para un escenario con lead time de 10 meses.**

Una evaluación más confiable del grado de éxito de los diferentes escenarios puede observarse de la Figura 20. Los diferentes escenarios se evaluaron empleando el método del Valor Presente Neto (VPN) para evaluar una inversión.

Al usar este método, la cantidad de dinero solicitada en fondos de capital, junto con los flujos de caja positivos y negativos en los diferentes meses, se descuentan al primer mes usando una tasa la cual fue variada entre el 2% y el 16% anual para mirar los diferentes comportamientos. Los resultados son bastante interesantes, ya que el escenario con el lead time más alto produce resultados insuficientes (VPN negativo) volviéndolo no viable. Éste destruye principalmente el posible valor del inversionista. Sin embargo, los escenarios restantes proporcionan resultados positivos, siendo muy atractivo el escenario con un lead time de 10 meses dada la

cantidad de dinero que retorna. Si las tasas de interés permanecen relativamente bajas, entonces la diferencia relativa entre los cuatro escenarios aceptables (VPN positivo) será más baja. Por ejemplo, si se compara el VPN en un escenario de 10 meses contra un escenario de 13 meses y con una tasa de descuento del 16% la diferencia sería de \$ 1,123,690.29, mientras que el retorno con una tasa del 2% es del \$ 2,662,819.01 más del 55% con respecto a la anterior.

Evidentemente el lead time afecta directamente el VPN ya que hay una variación de 30% entre el mes 10 y el mes 11 y si es necesario esperar un mes adicional esta variación se incrementa 36 puntos pasando a un 36% de disminución en el VPN. Este comportamiento se mantiene en general independiente de la tasa de interés efectiva anual que se aplique.

Sin embargo, la ganancia absoluta en cualquiera de estos escenarios en los que el lead time produce un desempeño positivo es impresionante. Sin embargo, las tasas de interés más altas favorecen, en términos relativos, al escenario con un lead time más bajo. En términos absolutos, cualquiera de los cuatro escenarios aceptables rendirán notablemente a un nivel de ganancia más bajo.

t (porcentaje por año)	Lead time				
	14 meses	13 meses	12 meses	11 meses	10 meses
2	\$ 82,352.13	\$ 523,384.63	\$ 1,081,521.23	\$ 2,220,092.58	\$ 3,186,203.64
4	\$ 91,661.47	\$ 423,829.09	\$ 957,395.09	\$ 2,027,413.80	\$ 2,912,382.00
6	\$ 74,894.61	\$ 399,987.96	\$ 856,015.59	\$ 1,716,675.21	\$ 2,468,029.00
8	\$ 41,125.33	\$ 325,916.60	\$ 726,490.08	\$ 1,511,118.07	\$ 2,158,021.53
10	\$ 37,105.87	\$ 260,523.60	\$ 591,630.39	\$ 1,254,681.92	\$ 1,946,884.39
12	\$ 18,758.10	\$ 218,453.28	\$ 524,327.74	\$ 1,112,730.84	\$ 1,664,176.41
14	\$ (2,548.72)	\$ 193,402.88	\$ 414,626.58	\$ 976,857.98	\$ 1,437,627.94
16	\$ (19,025.43)	\$ 146,902.98	\$ 373,954.70	\$ 837,132.46	\$ 1,270,593.27

**Figura 20. VPN para cinco escenarios con lead time diferentes (de 10 a 14 meses).**

## 9. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que una disminución del lead time en el desarrollo de un nuevo servicio de telecomunicaciones es importante y mejora considerablemente los resultados de la organización. Especialmente en las empresas de telecomunicaciones donde existe una intensa competencia e incertidumbre, se convierte en un factor determinante poder desarrollar constantemente servicios con un lead time que permita capturar mercado y asegurar un nivel de ingresos que posibiliten su expansión operacional.

Con el modelo desarrollado se observa que el lead time es un pilar que impacta significativamente el cumplimiento de la estrategia de la organización convirtiéndose en un factor crucial para la generación de ingresos. Adicionalmente, se observa que es fundamental el estudio del desempeño financiero de la compañía en términos de la relación entre I+D y el desarrollo de nuevos servicios. Por lo tanto, esta variable como medida de desempeño debe recibir más atención dentro de la evaluación de oportunidades de inversión en UNE.

Se ratifica que el desarrollo de un modelo de Balanced Scorecard, utilizando Dinámica de Sistemas, para el apoyo al control de gestión y a la toma decisiones estratégicas relacionadas con el impacto de los lead time en el desarrollo de servicios de telecomunicaciones, permite mirar la organización de manera integral desde varias perspectivas y facilita la visualización del impacto de las múltiples variables y relaciones dinámicas que se presentan con el establecimiento de estos tiempos. Adicionalmente se pueden apreciar consecuencias que se podrían tener a futuro, orientando los recursos de la organización hacia aquellas variables que mas impactan el cumplimiento de la estrategia.

Con los resultados obtenidos, se ratifica que, dada la potencia proporcionada por la Dinámica de Sistemas, ésta debe de ser incorporada como herramienta dentro del proceso de control de gestión y toma de decisiones estratégicas en UNE, para fortalecer el Balanced Scorecard de la compañía, con fin de superar las limitaciones estáticas que éste presenta y permitir un mejor control, adaptándose a las condiciones nuevas y cambiantes en que los decisores deben desempeñar su labor, de tal forma que propicie el mejor uso de los recursos para alcanzar los resultados esperados asegurando la sostenibilidad de la empresa.

La dinámica de sistemas contribuye a hacer explícitas las relaciones causa-efecto entre todas las variables que hacen parte del Balanced Scorecard. El haber establecido un modelo matemático para estas relaciones, que fuera susceptible de simulación, constituye un apoyo significativo para mitigar las consecuencias de las limitaciones asociadas con el principio de racionalidad limitada sobre la calidad de las decisiones estratégicas en la organización, y permitió visualizar las interrelaciones que deben llevarse a cabo entre las diferentes variables con el fin de conseguir un desempeño adecuado, no necesariamente óptimo pero sí suficientemente sólido y viable, para aportar al logro de la estrategia de la organización.

La creación de este modelo dinámico simulado por computador permitió la visualización de diferentes escenarios que podrían presentarse en la realidad de la empresa. Este apalanca el elemento diferenciador que UNE se ha propuesto, referido al desarrollo constante de servicios, permitiendo observar el lead time y las variables clave impactadas, las cuales se constituyen en un foco de gestión fundamental para garantizar la competitividad y supervivencia a largo plazo de la organización.

Es importante ratificar que este modelo no pretende pronosticar si no entender el impacto del lead time en el desarrollo de un servicio y la relación entre sus variables de acuerdo a información real y supuestos teóricos.

La evidencia proporcionada en este trabajo no solo se constituye en información esencial para la dirección de empresas de telecomunicaciones, sino que también es útil para aquellos sectores que se enfrentan a altas presiones competitivas donde los desarrollos oportunos de nuevos servicios son cruciales para su supervivencia.

Como trabajos futuros se plantea seguir ampliando este modelo buscando acercarlo cada vez a un contexto mayor dentro de la empresa, el estudio de cada una de las variables que hacen parte de este modelo se constituye a su vez en investigaciones que permitan afinar cada vez más el comportamiento de las mismas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aktouf, O. (1998). *La administración: entre tradición y renovación* (Segunda ed.). Bogotá: Universidad del Valle.
- Aracil, J. (1983). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Madrid, España: Alianza Universidad Textos.
- Bohm, D. (1998). *La Totalidad y el Orden Implicado*. España: Kairós.
- Brown, M. G. (1996). *Keeping Score*. Quality Resources.
- Choucri, N. (1981). *International Energy Futures*. The MIT Press.
- Conlisk, J. (1996). Why Bounded Rationality? *Journal of Economic Literature* , 669-700.
- Edwards, W. (1979). “La teoría de la toma de decisiones”, en Edwards, W. Y A. *Toma de decisiones*. México: Tversky.
- Elster, J. (1990). *Tuercas y tornillos: Una instrucción a los conceptos básicos de las ciencias sociales*. Barselona: Gedisa.
- Forrester, J. W. (1972). *Industrial Dynamics*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- García, J. M. (2011). *Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas*. BARCELONA.
- Grizzle, G., & Pettijohn, A. (2002). Implementing Performance-Based Program Budgeting: A System-Dynamics Perspective. *Public Administration Review* , 62(1).
- Gutierrez, L., & W, F. (1980). *Ecosystem Succession*. The MIT Press.

- Hanneman, R. (1988). *Computer-assisted Theory Building: Modeling Dynamic Social Systems*. Sage.
- Hatchuel, A. (2002). Towards Design Theory and expandable rationality: The unfinished program of Herbert Simon. *The Journal of anagement and Governanc* , 3-4.
- Howick, S., & Whalley, J. (2008). Understanding the drivers of broadband adoption: The case of rural and remote Scotland. *Journal of the Operational Research Society* , 59 (10), 1299–1311.
- Hronec, S., & Andersen, A. (1993). *Vital signs, using quality, time and cost performance measurement to chart your company's future*. New York: American Management Association.
- Hudson, M., Smart, A., & Bourne, M. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems. *International Journal of Operations and Production Management* , 21, 1096-1115.
- Jacobsen, C., & Bronson, R. (1985). *Simulating Violators*. ORSA.
- Kaplan, & Norton. (Enero-Febrero de 1996). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review* , 75-85.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). *Cómo Utilizar el Cuadro de Mando Integral*. Gestión 2000.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2000). *Cuadro de Mando Integral*.
- Kaplan, R., & Norton, D. (Ene-Feb de 1992). The Balanced Scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review* , 71-79.
- Kaplan; Norton. (Septiembre-Octubre de 2000). Having Trouble with your strategy? Then Map it. *Harvard Business Review* , 167-176.

- Kaplan; Norton. (2008). *The Execution Premium, Integrando la estrategia y las operaciones para lograr ventajas competitivas*. Barcelona: Harvard Business Press.
- Lane, D. (2001). Rerum cognoscere causas: Part I: How do the ideas of system dynamics relate to traditional social theories and suggestions for clarifying the social theoretic position of system dynamics. *System Dynamics Review* , 97–118.
- Lewis, T. (1974). *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*. New York: Viking Press.
- Meadows, D., & Meadows, D. (1973). *Toward Global Equilibrium*,. Wright-Allen Press.
- Morecroft. (2007). *Strategic Modeling and Business Dynamic*. West Sussex: Wiley.
- Naill, R. (1977). *Managing the Energy Transition*. Ballinger.
- Niven, P. R. (2002). *Balanced Scorecard Step by Step, John Wiley & Sons*.
- NØRREKLIT, H. (2000). The balance on the balanced scorecard – a critical analysis of some of its assumptions. *Management Accounting Research* , 11, 65-88.
- Rydzak, F; et.al. (2004). Teaching the Dynamic Balanced Scorecard. *22nd International Conference of the System Dynamics Society* .
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. London: Century Books.
- Simon. (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. *The American Economic Review* , 69 (4), 493-513.
- Simon. (1996). *The Science of the artificial*. London: MIT Press.

Simon, H. A. (1957). *El comportamiento administrativo: estudio de los procesos de adopción a decisiones en la organización Administrativa*. Madrid: Aguilar.

Simon, H., & Dorfman, R. (1970). "Teorías acerca de la adopción de decisiones en economía y la ciencia del comportamiento" en Buchanan, Norman S., *Panoramas contemporáneos de la Teoría Económica III. Asignación de recursos*. Madrid: Alianza.

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Mexico: Mc-Graw - Hill.

Warren, K. (1998). *From Business Strategy to Corporate Strategy Dynamics. International System Dynamics Conference*. Quebec.

Warren, K., & Langley, P. (1999). The effective communication of system dynamics to improve insight and learning in management education. *Journal of the Operational Research Society* , 50, 396-404.

Wolstenholme, E. (Octubre de 2005). *The potencial of System Dynamics. A new era of strategic planning*. (L. E. Series, Ed.) Recuperado el 22 de Marzo de 2011, de [http://www.iseesystems.com/resources/Articles/leading\\_edge\\_10.pdf](http://www.iseesystems.com/resources/Articles/leading_edge_10.pdf).

## ANEXO AJUSTE DE LA TASA DE PÉRDIDA DE CLIENTES

Histórico de la tasa de pérdida mensual de clientes en UNE					
Ene-09	0.012300	Ene-10	0.017000	Ene-11	0.012300
Feb-09	0.013100	Feb-10	0.020500	Feb-11	0.011600
Mar-09	0.015000	Mar-10	0.018000	Mar-11	0.013900
Abr-09	0.012800	Abr-10	0.013600	Abr-11	0.010490
May-09	0.010200	May-10	0.012300	May-11	0.013870
Jun-09	0.012400	Jun-10	0.011500	Jun-11	0.012720
Jul-09	0.017700	Jul-10	0.017200	Jul-11	0.015240
Ago-09	0.021000	Ago-10	0.013400	Ago-11	0.014470
Sep-09	0.017200	Sep-10	0.012700		
Oct-09	0.021800	Oct-10	0.011000		
Nov-09	0.015200	Nov-10	0.010800		
Dic-09	0.016800	Dic-10	0.012200		

### Estadística descriptiva

data points	32
minimum	1.02e-002
máximo	2.18e-002
mean	1.43841e-002
median	1.35e-002
mode	1.265e-002
standard deviation	3.09622e-003
variance	9.58657e-006
coefficient of variation	21.5253
skewness	0.884263
kurtosis	-0.125871

Inverse Weibull

Mínimum = 0. [fixed]

alpha = 6.0211

beta = 78.093

Kolmogorov-Smirnov

data points 32

ks stat 0.104

alpha 5.e-002

ks stat(32,5.e-002) 0.234

p-value 0.843

result DO NOT REJECT

