



**TESIS DE GRADO  
EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**IMPACTO DE LA ESTRATEGIA DE MARKETING  
EN LAS VENTAS: EL CASO DE UN DUOPOLIO  
VISTO A TRAVES DE LA TEORIA DINAMICA DE  
JUEGOS**

**AUTOR: Gabriela Rocatti**

**DIRECTOR DE TESIS:  
Fabián Szulanski**

**2008**

A Francisco y a mis padres, Liliana y Rubén.

---

## **RESUMEN**

El presente trabajo desarrolla un modelo de simulación continua para la comprensión del comportamiento competitivo entre las dos empresas de un duopolio, y su efecto sobre las ventas. Entre las herramientas utilizadas está la Dinámica de sistemas y la Teoría de juegos. También se hace referencia a conceptos de marketing y economía.

El modelo es sujeto a una serie de ensayos: validación, estudio de dominancia y análisis de sensibilidad. Estos permiten arribar a conclusiones sobre el comportamiento del sistema, entre las cuales se destaca el hecho que objetivos muy ambiciosos por parte del segundo del mercado pueden resultarle contraproducentes. En adición, movimientos muy agresivos conducen a una mayor inversión por parte del líder para defender su territorio.

### ***Palabras Clave***

*Dinámica de sistemas; Teoría de juegos; Marketing*



---

## **ABSTRACT**

The following work develops a continuous simulation model for the understanding of the competitive behaviour of two companies in a duopoly, and its effect on sales. Among the tools used for this purpose are System dynamics and Game theory. Marketing and economic concepts are also included.

The model is subject of a series of tests, which include model validation, dominance study and sensitivity analysis. These tests allow to reach some conclusions, among which is the fact that ambitious targets of the challenging company, often lead to worse results. In addition, aggressive marketing movements produce higher levels of investment of the leader in order to defend its territory.

### ***Key Words***

*System Dynamics; Game Theory; Marketing*



---

## RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad son muchos los mercados gobernados por dos empresas líderes. La forma particular en que estas compiten puede ser asociada a la de un duopolio, en el que existe un líder y un retador.

El líder se encuentra ante la disyuntiva de dedicar sus esfuerzos de marketing a proteger su territorio, o a encontrar nuevas oportunidades. Por su lado, el retador debe decidir si adoptar una estrategia agresiva para con el líder e intentar arrebatárle una porción de mercado, o cooperar y seguir bajo su sombra.

Cualquiera sea la estrategia que adopte cada uno, la misma se traducirá en un menor o mayor desembolso de dinero, y tendrá directa influencia sobre el market share de cada uno de ellos.

Un ejemplo particular de la situación recién descrita es el de Coca-Cola y Pepsi. Estas dos empresas de bebidas gaseosas han sido rivales desde los comienzos de esta industria, evidenciando a lo largo de la historia un comportamiento competitivo prácticamente duopólico. Coca-Cola siempre ha gozado del privilegio de ser el líder de mercado, pero esta tendencia está empezando a cambiar su curso.

El trabajo que aquí se presenta, y como parte del estudio del caso de Coca-Cola vs Pepsi, busca desarrollar una herramienta que permita comprender este comportamiento entre empresas. En adición, se busca entender cuál es el efecto del comportamiento estratégico sobre las ventas.

La metodología utilizada para encontrar una solución a este problema se despliega a lo largo de una serie de capítulos. En primera instancia, se hace referencia a los antecedentes del trabajo. Se pudo corroborar, que muchos autores se han planteado esta problemática, llegando a soluciones de lo más diversas. Entre los trabajos relevados se encontraron similitudes: El problema siempre es tratado de forma dinámica y, en muchos casos, se admite una relación entre los gastos de marketing y el market share de cada competidor.

Como resultado de la investigación, se decide utilizar la dinámica de sistemas y la Teoría de juegos como eje para el desarrollo de la herramienta buscada: un

---

modelo de simulación continua que permita imitar las condiciones reales del problema.

En segundo lugar, se prosigue a definir el problema estableciendo actores involucrados, los dilemas a los que estos se enfrentan, y las variables comprendidas en el sistema.

Establecido con precisión el propósito del trabajo, se continúa con el desarrollo del modelo. Se comienza por estimar el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo. Esto hace a la comprensión de la relación entre variables y a la existencia de demoras, lo que finalmente se traduce en un diagrama de lazos causales.

Se presenta que existe una relación positiva entre la necesidad de ser agresivo por parte del retador y los gastos de marketing del mismo. Así mismo, se plantea que el líder al percibir esta agresividad actúa incrementando su inversión en marketing. También, se propone que a mayor las ventas de cada jugador mayor serán sus gastos de marketing, siendo estos últimos una proporción de los primeros. Por último, se estima que existe una relación entre la agresividad del retador, y sus objetivos de market share.

Todo lo anterior, es plasmado en un modelo de dinámica de sistemas, haciendo uso de la Teoría de juegos para poder reproducir el comportamiento estratégico entre empresas.

Continuando con el caso de estudio, se pudo corroborar que los resultados muestran similitud entre los comportamientos reales y los generados por el modelo, pudiendo afirmar que la estructura que lo conforma es una buena aproximación del sistema real.

Se realiza la validación de la misma siguiendo la metodología propia de dinámica de sistemas. En adición, en un capítulo posterior, se analiza la sensibilidad de los parámetros incluidos y de la estructura del modelo del caso.

Entre las conclusiones que se derivan de la experimentación, esta el hecho de que acciones agresivas y repentinas por parte del retador generan una actitud de alerta por parte del líder, lo que se traduce en niveles de inversión mayores y sostenidos, para fortalecer su posición. Además, se demuestra que objetivos muy ambiciosos por parte del retador pueden ser contraproducentes. Finalmente, se logra validar la relación causal entre los gastos de marketing y

---

el market share, así como también la relación entre las ventas y la inversión de marketing.



---

## EXECUTIVE BRIEF

Nowadays, there are many markets in which there are two leading companies. The peculiar way in which these companies compete can be associated to a duopoly, where there is a leader and a challenger.

The leader has to decide between dedicating all his marketing efforts in protecting his territory, or in finding new business opportunities instead. The challenger has a dilemma of his own: he has to decide between adopting a more aggressive strategy in order to gain a bigger market share, or cooperating with the leader.

Whatever the strategy each chooses, it will translate in a bigger or smaller amount of money invested, which eventually, will have an impact on their market share.

A good example of the situation described above, is the one of Coca-Cola and Pepsi. Ever since the beginning of the soft drink industry, these two companies have been rivals, and the way they behave has been often compared to that of a duopoly. Coca-Cola has always had the privilege of being the leader of the market, but these past few years have shown that the tendency might be changing its course.

The work here presented, and as a part of the Coca-Cola vs Pepsi case study, seeks the development of a tool that might help understand this competitive behaviour between enterprises. Also, it is of great interest to analyze the effect of strategic decision over companies' sales.

The methodology used to find a solution unfolds in a series of chapters. To begin with, related papers are analyzed. It is shown that many authors have reached to different solutions, though proving to have similarities: Most characterize the problem as a dynamic one, and some of them, suggest that there is a relationship between marketing expenses and market share.

As a result of the previous investigation, it is decided that the appropriate tools in order to find the solution to the problem are system dynamics and game theory.

---

After settling this, the problem is defined, establishing the actors involved, the dilemmas they have, and the variables that illustrate the problem.

Once the purpose is set, the model itself is developed, starting by determining the behaviour in time of the variables. This enables to comprehend the relationship between variables and the existence of delays, making possible to build a casual loop diagram.

It is suggested that there is a positive relationship between the need of the challenger of being aggressive and his marketing expenses. Moreover, it is established that the leader perceives this aggressiveness and reacts by increasing his marketing expenses as well. In addition to this, it is estimated that the more sales increase so does the amount invested in marketing. Finally, a connection is set between the aggressiveness of the challenger and his market share target.

Results on testing the model on the Coca-Cola vs Pepsi case show that there is a similarity between the observed behaviour and that of the model, which implies that the structure of the model is a good approximation of the real system.

The model is validated following the usual system dynamic methodology. In a posterior chapter, further sensibility analysis is made in order to reach conclusions.

Among the conclusions obtain in the experimentation, it is the fact that sudden aggressive actions made by the challenger generate a more alert attitude by the leader, producing higher sustained levels of investment. In addition, it is demonstrated that ambitious objectives on behalf of the challenger can be counterproductive. Finally, causal relationships such as marketing expenses and market share, and sales and marketing expenses, are validated.

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer a Fabián Szulanski por su paciencia y dedicación. También a Maren Lau, Rolando Meyer y Francisco Massa por su colaboración en el trabajo. Y, finalmente, a mis padres, cuyo apoyo y esfuerzo me permiten hoy escribir estas líneas.

## Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1	CONTEXTO DEL PROBLEMA	5
1.2	MOTIVACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3	DISCIPLINAS ABORDADAS	8
1.4	PASOS A SEGUIR	9
1.5	CRITERIOS DE ÉXITO	10
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>11</b>
2.1	TRABAJOS ANTERIORES	11
2.2	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	15
2.2.1	DINÁMICA DE SISTEMAS	15
2.2.2	TEORÍA DE JUEGOS	16
<b>3</b>	<b>DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>19</b>
3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
3.2	CASO DE ESTUDIO	21
3.3	OBJETIVOS	24
3.4	ACTORES	25
3.4.1	JUGADOR 1: EL RETADOR DE MERCADO.	25
3.4.2	JUGADOR 2: EL LÍDER DE MERCADO.	25
3.4.3	EL MERCADO CONSUMIDOR	26
3.5	DILEMAS	28
3.5.1	JUGADOR 1: EL RETADOR DE MERCADO.	28
3.5.2	JUGADOR 2: EL LÍDER DE MERCADO	29
3.6	VARIABLES DEL MODELO CONCEPTUAL	31
3.6.1	VARIABLES ENDÓGENAS	31
3.6.2	VARIABLES EXÓGENAS	32
<b>4</b>	<b>DESARROLLO DEL MODELO</b>	<b>33</b>
4.1	MODOS DE REFERENCIA	33
4.1.1	AGRESIVIDAD DEL RETADOR DE MERCADO	33
4.1.2	NIVEL DE VIGILANCIA DEL LÍDER DE MERCADO	34
4.1.3	MARKET SHARE DEL RETADOR	34

---

<b>4.2</b>	<b>DIAGRAMA DE LAZOS CAUSALES</b>	<b>37</b>
4.2.1	LAZO 1: EQUILIBRIO DE LA AGRESIVIDAD DEL RETADOR	38
4.2.2	LAZO 2: ACCIÓN BALANCEADORA DE LOS GASTOS DE MARKETING DEL LÍDER	40
4.2.3	LAZO 3: INCENTIVO PARA LA AGRESIVIDAD	41
4.2.4	LAZO 4: EN BUSCA DEL VALOR DESEADO	42
4.2.5	LAZO 5: CRECIMIENTO DE LOS GASTOS DE MARKETING DEL LÍDER	43
4.2.6	ALGUNAS ACLARACIONES	44
<b>4.3</b>	<b>DIAGRAMA DE STOCK &amp; FLUJOS</b>	<b>45</b>
4.3.1	SUBMODELO: ESTRATEGIAS DE MARKETING	45
4.3.2	SUBMODELO: INTERACCIÓN DE LOS JUGADORES CON EL MERCADO	60
4.3.3	MODELO INTEGRAL	64
4.3.4	RELACIÓN DEL MODELO DE STOCK & FLUJOS CON EL DE LAZOS DE CAUSALIDAD	65
4.3.5	RESULTADOS DEL MODELO	70
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO</b>	<b>75</b>
<b>5.1</b>	<b>APLICACIÓN DEL MODELO AL CASO DE ESTUDIO</b>	<b>75</b>
5.1.1	DEMANDA DEL MERCADO	76
5.1.2	MARKET SHARE INICIAL DEL RETADOR	77
5.1.3	MARKET SHARE DESEADO	79
5.1.4	PROPORCIÓN DE VENTAS EN INVERSIÓN DE MARKETING	79
5.1.5	ESTRATEGIAS INICIALES DE LOS COMPETIDORES	81
5.1.6	EFFECTIVIDAD DE MARKETING	81
5.1.7	TIEMPO DE REACCIÓN	82
5.1.8	DEMORA DEL MERCADO	83
5.1.9	AJUSTES DE LA MATRIZ DE PAGO	84
<b>5.2</b>	<b>RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL MODELO</b>	<b>85</b>
5.2.1	MARKET SHARE DEL RETADOR	85
5.2.2	VENTAS DE LOS COMPETIDORES	86
5.2.3	GASTOS DE MARKETING	87
5.2.4	ESTRATEGIAS ADOPTADAS	88
<b>6</b>	<b>VALIDACIÓN</b>	<b>91</b>
<b>6.1</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>91</b>
6.1.1	VALIDACIÓN EN DINÁMICA DE SISTEMAS	91
6.1.2	PROCESO DE VALIDACIÓN	93
<b>6.2</b>	<b>VALIDACIÓN ESTRUCTURAL</b>	<b>101</b>
6.2.1	TEST DE VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	101
6.2.2	TEST DE VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS	104
6.2.3	TEST DE CONDICIONES EXTREMAS	113
6.2.4	TEST DE ADECUACIÓN DE LOS LÍMITES	115

---

6.2.5	TEST DE CONSISTENCIA DIMENSIONAL	118
<b>6.3</b>	<b>VALIDACIÓN DEL COMPORTAMIENTO</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>121</b>
<b>7.1</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS</b>	<b>123</b>
7.1.1	DEMORA DEL MERCADO	123
7.1.2	TIEMPO DE REACCIÓN DE LOS COMPETIDORES	124
7.1.3	PORCENTAJE DE VENTAS QUE EL LÍDER DESTINA A MARKETING	126
7.1.4	PORCENTAJE DE VENTAS QUE EL RETADOR DESTINA A MARKETING	127
7.1.5	EFFECTIVIDAD DEL MARKETING DE LOS COMPETIDORES	129
7.1.6	MARKET SHARE DESEADO	129
<b>7.2</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ESTRUCTURAL</b>	<b>129</b>
7.2.1	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS	129
7.2.2	RESULTADOS DEL PROCEDIMIENTO	129
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>129</b>
<b>8.1</b>	<b>CONCLUSIONES DEL CASO DE APLICACIÓN</b>	<b>129</b>
<b>8.2</b>	<b>OPORTUNIDADES DE MEJORA</b>	<b>129</b>
<b>8.3</b>	<b>NOTAS FINALES</b>	<b>129</b>
<b>9</b>	<b>ANEXO</b>	<b>129</b>
<b>9.1</b>	<b>MODELO DE STOCK Y FLUJOS EN POWERSIM</b>	<b>129</b>
<b>9.2</b>	<b>FÓRMULAS DEL MODELO TEÓRICO</b>	<b>129</b>
<b>9.3</b>	<b>VALIDACIÓN</b>	<b>129</b>
9.3.1	FÓRMULAS DEL CASO DE ESTUDIO	129
9.3.2	ESTIMACIÓN DEL PARÁMETRO “PORC. DE VENTAS DESTINADO A MARKETING”	129
9.3.3	MODELOS DE REGRESIÓN	129
<b>9.4</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b>	<b>129</b>
9.4.1	APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL	129
9.4.2	MODELOS DE REGRESIÓN UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	129
<b>10</b>	<b>BIBLOGRAFÍA</b>	<b>129</b>



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Contexto del problema

En muchas industrias existe una empresa que es líder reconocida del mercado. Esta empresa tiene la mayor participación de mercado del producto pertinente, y por lo regular aventaja a las demás empresas en cuanto a cambios de precio, introducción de productos nuevos, cobertura de distribución e intensidad de promoción. Los ejemplos son muchos y de lo más diversos: Coca-cola, en la industria de bebidas gaseosas; Mc Donalds, en las comidas rápidas; Microsoft, en software para computadoras; Procter & Gamble, en productos de cuidado personal; Massalín Particulares, en cigarrillos, etc.

Ser la número uno requiere mantener una vigilancia constante. Es decir, no sólo intentar expandir el tamaño del mercado, sino defender continuamente la participación en el mismo.

A las empresas que ocupan el segundo lugar se las conoce como empresas contendientes o rezagadas. Las mismas pueden adoptar dos actitudes: Pueden atacar al líder y a otros competidores en un intento agresivo por incrementar su participación de mercado (retadores del mercado), o pueden colaborar (seguidores de mercado) [Kotler, 2001].

En el caso particular de un duopolio, se estaría ante la presencia de un líder y de un retador. De más está decir, que la misma situación se daría en un mercado donde el comportamiento del mismo estuviese regulado por dos grandes competidores, y donde los demás jugadores fuesen meramente observadores, y con escaso poder de competencia y supervivencia.

El retador se encuentra constantemente ante la disyuntiva de despertar o no al gigante: Antes de actuar, debería anticiparse a las posibles reacciones y consecuencias.

El líder debe estimar cuándo estar alerta: Cuándo esperar un ataque, cuándo actuar y qué medidas tomar. Son conocidos varios casos en los que punteros de mercado

han caído como resultado de la desatención a sus competidores. Por ejemplo, Johnson & Johnson pasó de tener 90% de participación a tan sólo el 8% en un año, cuando Guidant Corporation lanzó al mercado un nuevo modelo de stent cardíaco.

Sin embargo, muchas otras veces el ignorar las acciones del contrincante puede resultar beneficioso. Heinz, fabricante líder de ketchup, ignoró la baja de precios al 70% de su competidor, Hunt's. La preferencia de los consumidores por la calidad de Heinz hizo de la estrategia un costoso fracaso para Hunt's.

Existen diversos instrumentos al alcance del retador para desafiar a la competencia: Ofrecer su producto a menor precio, apuntar a los segmentos débiles de la competencia, desarrollar nuevos productos, incrementar las campañas publicitarias, etc. La combinación específica que se escoja determinará la estrategia de marketing, la cual a su vez, estará asociada a un menor o mayor gasto.

En el caso particular de aquellas empresas que producen bienes de consumo, un aumento en los gastos de promoción tiende a producir un incremento del market share [Kotler, 2001]. Esto significa que el presupuesto destinado a promoción estará altamente correlacionado con las ventas del ejercicio. Es por esta razón, que muchas veces los consumidores son testigos de "batallas" publicitarias entre dos colosos de una industria. Claros ejemplos son los de Coca-Cola y Pepsi (con el famoso "Desafío Pepsi"), o de Mc Donalds y Burger King, donde la rivalidad los ha llevado a agredirse abiertamente: Recordará el lector la demanda multimillonaria ganada por Mc Donalds cuando en un comercial, Burger King aseguró que las hamburguesas de su competidor eran 20% más pequeñas [Time, 1982].

En algunas ocasiones exitosas, y en otras no tanto, los lanzamientos de grandes campañas por parte de los retadores pueden ser interpretados como intentos de arrebato de market share a sus competidores. La cuestión reside en cuándo realizar el movimiento, cuánto invertir, y qué esperar del líder de mercado.

## ***1.2 Motivación para la elección del problema***

A lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial se ha podido absorber gran cantidad de herramientas para la resolución de problemas de diversa naturaleza. En la vida profesional, el desafío que se presenta no es sólo el de identificar las herramientas más adecuadas para cada situación, sino saber como integrarlas. Resulta sobremanera estimulante, entonces, el poder desarrollar un trabajo que permita vincular herramientas interdisciplinarias.

Particularmente, se busca encontrar un ejemplo de aplicación práctica para herramientas no tan difundidas como lo son la dinámica de sistemas y la teoría de juegos. Son conocidas varias aplicaciones de cada una de las metodologías, sin embargo, la integración de ambas no es muy familiar. Esta es la principal motivación que llevó a quien escribe a realizar este trabajo.

El problema elegido presenta, en adición, otras características deseables: Permite desarrollar el conocimiento adquirido en varias asignaturas de la carrera, puede ser asociado a muchas situaciones y da el puntapié inicial para el desarrollo de nuevas aplicaciones.

Otro motivo para la elección del problema es que el caso de estudio es de conocimiento popular, es contemporáneo y, por lo tanto, resulta de gran interés.

### **1.3 Disciplinas abordadas**

Las principales disciplinas abordadas a lo largo del trabajo se presentan a continuación:

- Dinámica de sistemas I y II: Los pasos para abordar el problema tiene su origen en la metodología utilizada en dinámica de sistemas para el desarrollo de modelos de simulación. El conocimiento del programa utilizado para ejecutar el modelo, también, fue adquirido en esas materias.
- Investigación Operativa: Los principales lineamientos de teoría de juegos son desarrollados en esta materia.
- Teoría de la decisión: En esta asignatura se profundiza en los conceptos de Teoría de juegos.
- Marketing: Las nociones generales de esta materia son necesarias para desarrollar el modelo.
- Estadística Aplicada y Estadística Superior: Para la validación del modelo desarrollado en este trabajo, son necesarios los conocimientos sobre modelos de regresión.
- Economía: Se incluyen en el trabajo conceptos adquiridos en la materia, tales como las características de un duopolio y el Equilibrio de Cournot.

### **1.4 Pasos a seguir**

En primera instancia se definirá el problema de forma detallada, estableciendo los agentes involucrados, los dilemas a los que estos están expuestos y las variables que componen el sistema.

Luego se procederá a estimar de forma aproximada el comportamiento de las variables más relevantes. Esto último conducirá a la elaboración del diagrama que represente las relaciones causales entre variables. Este diagrama servirá de base para el desarrollo del modelo de simulación.

El modelo será aplicado a un caso real, el de Coca-Cola y Pepsi. El resultado de ésta aplicación servirán de sustento para la validación de la herramienta.

Finalizada la validación, se someterá el modelo a un análisis de sensibilidad que permita obtener conclusiones sobre el comportamiento competitivo entre ambas empresas.

### **1.5 Criterios de éxito**

Se considerará que se ha alcanzado un resultado satisfactorio en caso de que el modelo logre pasar todas las pruebas de validación. Este procedimiento consta de dos grandes bloques de pruebas sobre las cuales se explayará al momento de llevar a cabo dicho procedimiento.

En adición, se considerará que se ha alcanzado exitosamente la meta si se logra cumplir con los objetivos desarrollados al definir el problema.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 Trabajos anteriores

Un gran número de economistas y matemáticos han abordado el tema de los efectos del marketing en un duopolio [Friedman, J. 1983] [Brady, M. 2004] [Chintagunta, P. Vilcassim, N. 1992] [Fruchter, G. 1999] [Bass, F. 2004] [Lambertini, L. Cellini, R. 2001]. Una importante coincidencia entre los trabajos relevados es que todos establecen que el problema es de naturaleza dinámica. Es decir, que involucra el estudio de variables que fluctúan en el tiempo.

Algunos de los trabajos, encuentra su fundamento en los conceptos desarrollados por Cournot (1838). En un duopolio de Cournot, dos empresas ofrecen el mismo bien frente a una demanda conocida, para cualquier precio considerado, y deciden sobre la cantidad a ofertar haciendo conjeturas sobre la cantidad que el otro va a ofertar. En el caso de que la suma de las ofertas sea igual a la demanda, y ambas empresas maximicen su beneficio, se dice se está ante un “Equilibrio de Cournot”.

Brady (2004), incorpora al “Duopolio de Cournot” cuestiones relativas a la promoción del producto. Se basa, en principio, en una extensión de la función de precio definida por Cournot (ecuación 2-1), donde  $p_i$  representa el precio,  $a_i$  es el precio de referencia,  $b_i$  es el efecto propio en el precio,  $d_i$  es el efecto cruzado en el precio, y los subíndices  $j$  e  $i$  simbolizan a cada una de las empresas del duopolio.

$$P_i = a_i - b_i q_i - d_i q_j \quad (2-1)$$

La promoción actúa incrementando el precio de reserva. Brady (2004) apoya sus hipótesis sobre la investigación de Friedman (1983), la cual sugiere que la promoción desplaza la curva de demanda hacia la derecha y, que la promoción de una empresa puede beneficiar a otras. Para expresar lo anterior, Brady (2004) completa su modelo con la ecuación (2-2), donde  $a_i^*$  representa el precio de reserva antes de promocionar,  $\phi_i$  es la respuesta a la promoción de la propia empresa,  $\phi_j$  es la respuesta a la promoción del rival,  $\rho$  es un factor que representa la respuesta relativa

de una empresa a la promoción de la otra, y  $A$ , la cantidad de dinero invertido en promoción por cada empresa.

$$a_i = a_i^* + \varphi_i A_i + \rho \varphi_j A_j \quad (2-2)$$

Luego de diversas simulaciones de computación, alterando los parámetros, Brady (2004) concluyó que los resultados eran poco predecibles aunque el modelo fuera en sí determinístico. En adición, corroboró que pequeños cambios en el comportamiento del rival pueden lograr distintos efectos en la promoción de la propia empresa.

Un modelo similar, en el que la promoción afecta de forma directa al precio de reserva, fue desarrollado por Lambertini y Cellini (2001).

Usando otro enfoque, Chintagunta y Vilcassim (1992), aplicaron las “ecuaciones de combate” de Lanchester (ecuaciones 2-3 y 2-4) para representar la evolución de los market shares de dos rivales como función de los gastos de marketing propios y del competidor.

$$\frac{dM_i}{dt} = k_i \sqrt{a_i} M_j - k_j \sqrt{a_j} M_i \quad (2-3)$$

$$Max \pi_i(a_i) = \int_0^{\infty} [q_i M_i Q - a_i] e^{-\rho t} dt \quad (2-4)$$

En las ecuaciones (2-3) y (2-4),  $M$  representa el market share,  $k$  es una medida de la efectividad del marketing,  $a$  es el valor invertido en marketing por cada empresa,  $\pi$  es el beneficio de cada empresa,  $q$  es el margen de ganancia bruta,  $Q$  son las ventas instantáneas de la industria en el tiempo  $t$  (en unidad de dinero), y  $\rho$  la tasa de descuento constante.

Los autores, estudiaron el caso en que dos empresas, Coca-Cola y Pepsi, interactúan en el tiempo, logrando plasmar la retroalimentación entre ellas (en donde los valores de cada empresa afectan a la otra). El resultado es una forma de “Juego

diferencial”<sup>1</sup>, como se lo conoce en Teoría de juegos. Como resolución del juego, el equilibrio se encuentra al maximizar el beneficio de cada empresa (ecuación 2-4).

En su experiencia, los autores confirmaron que al incluir la interacción entre empresas se obtiene valores más cercanos a los reales, capturando de mejor manera la dinámica de la competencia. En adición, al hacer esto, incorporan la idea de que los competidores son entes racionales, como así sugiere la Teoría de juegos.

Algunos años después Fruchter (1999), extendió el modelo para su aplicación a una mayor cantidad de jugadores. Bass (2004), por su lado, incorporó al modelo lo que se denomina “Marketing genérico”.

Las ecuaciones (2-3) y (2-4), hacen referencia únicamente al “Marketing de marca”, es decir, que lo que cada empresa persigue a través del marketing es una mayor participación del mercado. En cambio, el “Marketing genérico” apunta a incrementar el tamaño del mercado en su totalidad.

Para representar este último efecto, añadió a la ecuación (2-3) un término que consta de la suma de las cantidades del marketing genérico que realiza cada empresa, afectada por un coeficiente que denota que proporción de ese marketing beneficia a la empresa bajo análisis.

Además de esta modificación, el autor sugiere transformar las expresiones a funciones dependientes de las ventas para incorporar el dinamismo entre gastos de marketing y ventas.

De su experiencia, Bass (2004) concluye que el marketing genérico suele ser de gran aporte durante el ciclo de vida de producto, mientras que el marketing de marca resulta beneficioso dependiendo de los parámetros utilizados.

Una característica que reúnen todos los trabajos hasta aquí comentados, es que el foco de los mismos es sobre el punto de equilibrio. No es muy extensa la literatura

---

<sup>1</sup> Se hace referencia a un juego diferencial cuando la solución equilibrio se obtiene al resolver ecuaciones diferenciales.

que haga referencia al estudio del comportamiento que tienen las variables hasta alcanzar ese equilibrio.

Un acercamiento de este tipo a la problemática del efecto del marketing sobre las ventas, lo realiza Forrester (1961) en su modelo de promoción en un sistema industrial. En el mismo, hace uso de la dinámica de sistema para incorporar al sistema “industria-distribuidor-consumidor”, el efecto del marketing.

Con su modelo, Forrester (1961) estudia el impacto del marketing en la decisión de compra sobre el conjunto de consumidores potenciales. Una de las premisas que utiliza para elaborar el modelo, es la existencia de una relación entre las ventas y los gastos de marketing, siendo los últimos una proporción de las primeras. En adición, incorpora demoras al sistema, haciéndolo aún más semejante al comportamiento real.

## **2.2 Herramientas a utilizar**

### **2.2.1 Dinámica de sistemas**

La dinámica de sistema es una metodología para abordar problemas de gran complejidad. Las características de estos problemas muchas veces hacen que las herramientas más convencionales no sean aplicables [Barlas, 2002].

Una de las condiciones que hace a un problema complejo es su naturaleza dinámica: Las variables cambian en el tiempo mientras interactúan entre sí haciendo de la labor de predecir su comportamiento, una tarea poco sencilla. Además existen demoras entre causas y efectos.

Otra importante característica es la existencia de retroalimentación, es decir, la transmisión y recepción de información [Richardson, G. Pugh, A. 1981]. La retroalimentación hace poco intuitiva la predicción, dada la existencia de interacción entre lazos causales.

La no-linearidad también hace a la complejidad del problema. Por otro lado, las dimensiones humanas de un problema hacen necesario contar con herramientas que permitan no sólo explicar la parte “física” del mismo, sino la forma en que las personas reaccionan ante una dada situación, como toman decisiones, etc.

Además, la separación en tiempo y espacio de las causas y sus efectos, es una cualidad de los problemas para la cual los humanos no están naturalmente equipados para lidiar.

Por último, es posible abordar con esta herramienta, problemas en los que existe incertidumbre o vaguedad sobre el sistema bajo análisis.

La dinámica de sistemas ayuda a resolver estos contratiempos a través del uso de modelos de computación formales y cuantitativos. Los modelos formales tiene dos virtudes por sobre los modelos mentales [Richardson, G. Pugh, A. 1981]: La primera es que un modelo de dinámica de sistemas expone sus supuestos sobre un problema para ser criticados, ser sujetos a experimentación y reformulación. La segunda virtud es que permite manejar de manera más sencilla la complejidad de los

problemas. Esto último se debe a que permite registrar las implicaciones de cualquier supuesto e interacción a lo largo del tiempo. A estos beneficios, debe adicionarse la ventaja de poder evaluar la aplicación de políticas, soluciones, etc.

La metodología de dinámica de sistemas está asociada al pensamiento sistémico. Primero se busca definir con precisión todas las componentes de un problema antes de actuar sobre el mismo. Se lo define, determinando las variables que lo constituyen. Conocidas las mismas, se estima su comportamiento y se establece qué relación causa-efecto las vincula. Estas son las bases sobre las que, finalmente, debe construirse el modelo.

### **2.2.2 Teoría de juegos**

“La Teoría de juegos es útil para tomar decisiones en casos donde dos o más personas que deciden se enfrentan a un conflicto de intereses” [Winston,W. 2005]. Es útil, porque describe una metodología para realizar un análisis coherente del proceso de toma de decisión, cuando más de una persona debe decidir, y el resultado a obtener por cada una de ellas depende de las decisiones de la otra. En otras palabras, permite formalizar el procedimiento intuitivo mediante el cual se decide en una situación conflictiva.

La Teoría de juegos estudia situaciones de conflicto y cooperación, juegos, en los que interactúan individuos racionales: Cada uno toma su decisión sabiendo que el otro sabe lo que él sabe, y entre las opciones, elige la que le brinda un mayor beneficio.

Los elementos que definen un juego son: Los jugadores, las acciones de estos jugadores, los resultados de un juego, los pagos y las estrategias o perfiles de estrategias.

Existen distintos tipos de juegos. Están aquellos de “Suma cero”, es decir en el que un jugador gana exactamente lo que el otro pierde, y los de “Suma no cero”. También se los puede clasificar en “Cooperativos” y “No Cooperativos”: En el primer tipo pueden existir acuerdos o coaliciones, y lo que realmente se estudia es el comportamiento colectivo, mientras que en el segundo tipo, lo que interesa es la interacción entre las estrategias de cada jugador. Otra forma de clasificarlos es entre estáticos y dinámicos, donde estáticos son aquellos en donde las decisiones son

tomadas de forma simultánea o sin conocimiento de las decisiones del otro, y dinámicos, aquellos juegos donde se especifica el momento en que cada jugador debe realizar cada jugada, las posibles acciones y la información con la que cuentan. Por último, se los puede distinguir entre juegos con información completa o incompleta. En un juego de información completa todos los jugadores tienen la misma información, y todos están al tanto de esta situación. Cuando esto no es así, se habla de un juego de información incompleta.

Las aplicaciones más conocidas de la herramienta pueden encontrarse en el ámbito de la economía, la sociología, la biología y la psicología. Lo que siempre se persigue, es una solución, es decir, identificar el grupo de estrategias en el que cada una de las mismas sea la mejor respuesta al resto. Este conjunto de estrategias se denomina "Equilibrio de Nash" [Ross, D. 1997].

Si bien la Teoría de juegos surge a mediados del siglo XX, los procedimientos que describe han sido utilizados desde la antigua Grecia, demostrando ser una buena herramienta para la toma de decisión en incertidumbre.



### **3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### ***3.1 Definición del problema***

Son muchas las industrias donde dos empresas lideran la mayoría del mercado. Las mismas, compiten entre sí de forma tal, que su comportamiento puede asimilarse al de un duopolio. Sus productos son similares técnicamente. Sus estructuras de costos son semejantes. Sin embargo, una compañía tiene mayor participación en el mercado que la otra.

En el caso particular de la industria de bienes de consumo, el market share de cada empresa, en un momento dado, estará determinado por la estrategia de marketing adoptada.

Las estrategias que toman tienen estrecha relación con aquellas que toma o se intuye tomará el competidor. El problema que se presenta es: ¿Cuándo y cómo actuar?

El líder de mercado, aquel con mayor participación, debe decidir si es necesario cuidarse de las estrategias a tomar por el retador, o si debe permitir que éste actúe, sin represalia alguna.

El retador, el de menor participación, deberá decidir si cooperar con el otro jugador o si desafiarlo y, en el intento, lograr arrebatarse una porción de mercado.

Entender cuál es el comportamiento del otro jugador, permitiría saber cuándo esperar un ataque o cuando atacar, según la posición que se decida adoptar. Anticipar cómo reaccionará el oponente frente a las acciones de marketing no es tarea fácil, y es el problema que aquí se plantea.

Además, en cada situación de mercado, los costos y beneficios son distintos. Esta evolución de los pagos hace a la dinámica entre las estrategias a elegir por cada actor. Es decir, es necesario conocer en qué contexto cada competidor toma una u otra decisión.

Estas dos últimas cuestiones hacen a la complejidad del problema: saber entender el cómo y el cuándo del accionar del competidor. En otras palabras, según un determinado contexto de mercado, qué estrategia adoptará éste con mayor probabilidad.

### **3.2 Caso de estudio**

Un caso real en donde se evidencia la situación anteriormente descrita es el de Coca-cola vs. Pepsi. Este es el ejemplo icónico de dos marcas que se debaten la mayor participación de un mercado.

El nacimiento de Pepsi en 1893 supuso el mayor problema de competencia para Coca-Cola. Aunque los inicios para Pepsi no fueron nada positivos, tras dos quiebras consecutivas la empresa fue adquirida por un distribuidor de Coca-Cola, que consiguió hacerle frente a su anterior empresa.

Sin embargo, una subida de precios del azúcar le llevó a ofrecer la compañía a su eterno rival desde entonces, Coca-Cola, que lo rechazó. Grave error que le daría lugar a una guerra sin respiro entre ambas compañías.

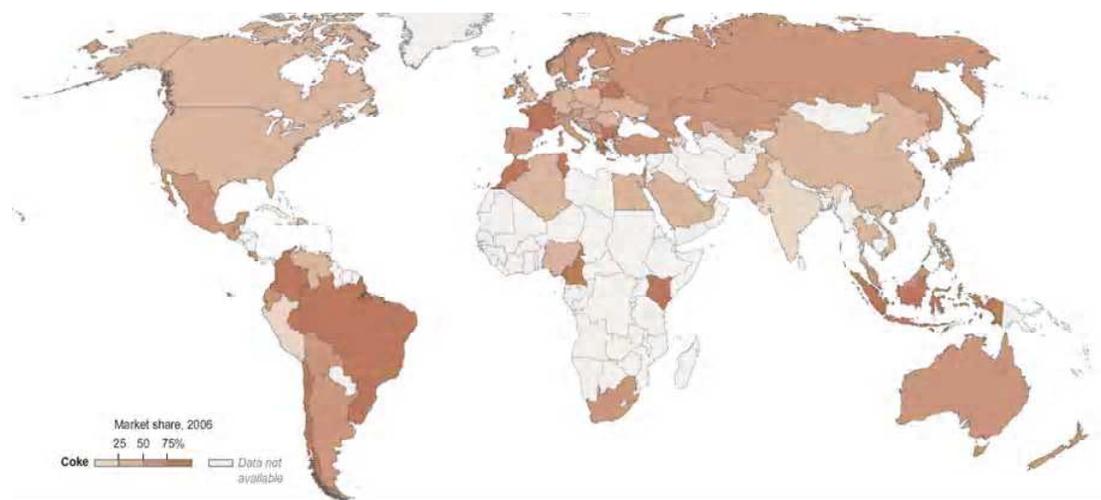
Pepsi inició una actitud agresiva, aumentando las cantidades de producto y reduciendo los precios respecto a la competencia, aumentando sus ventas. Pero una nueva subida de los precios del azúcar complicaron la existencia de la empresa, cuya imagen era la de “la cola de los pobre”. Sin embargo su resurgir vino de la propia Coca-Cola: su vicepresidente se hizo cargo de la compañía con una actitud más agresiva que la que le permitían en su anterior empresa. Pepsi consiguió recuperar cuotas cambiando su posicionamiento gracias a unificar su sabor y a una provocadora estrategia publicitaria.

Durante el siglo XX, la guerra de las colas se vio caracterizada por competencia de precios, importantes promociones y controversiales publicidades comparativas, que en muchas ocasiones derivaron en litigios legales.

Lemas que han sido famosos en la historia son, por ejemplo: “*Demand the genuine - refuse substitutes*” (Coca-Cola, 1912), “*Coke means Coca-Cola*” (Coca-Cola, 1945), “*America's Real Choice*” (Coca-Cola, 1985), “*Twice as Much for a Nickel*” (Pepsi, 1939), “*Why Take Less When Pepsi's Best?*” (Pepsi, 1949), “*Catch That Pepsi Spirit, Take the Pepsi Challenge*” (Pepsi, 1979), “*Pepsi. It's the Cola*” (Pepsi, 2003). Estas son algunas de las tantas frases recordadas en las que los rivales hacen alusión a la competencia, aunque Coca-Cola probó con el tiempo una mayor sutileza que su enemigo, Pepsi.

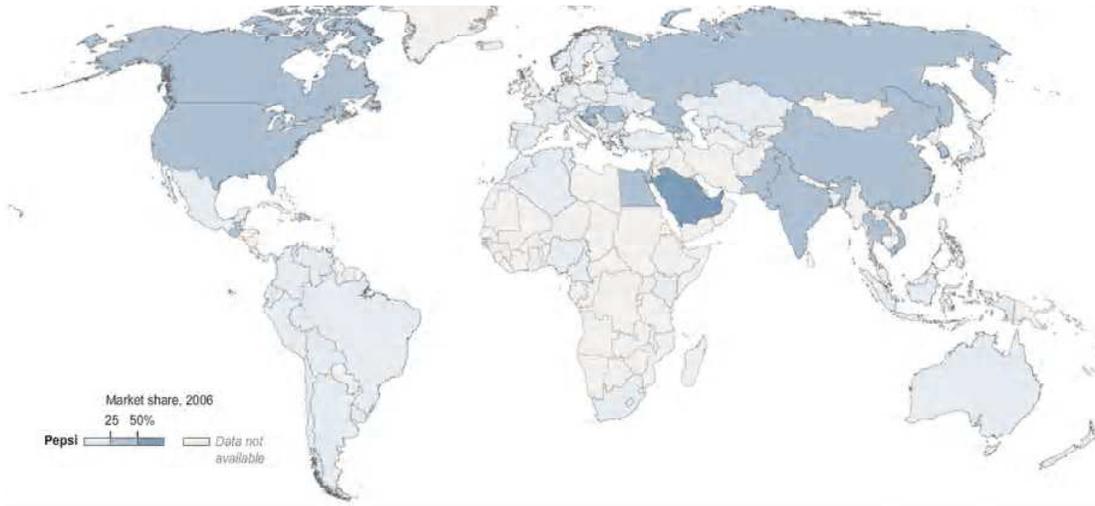
Desde los comienzos, estas dos marcas se han disputado la porción más grande del mercado. Muchos otros competidores han intentado e intentan entrar en el juego pero aún no han logrado el alcance de estas dos grandes empresas. Es decir, que aunque en la realidad este no es un duopolio teórico, pareciera comportarse como tal.

Aunque desde su nacimiento Coca-Cola ha resultado ser el competidor con mayor market share, pareciera ser que la historia está cambiando su curso. Según un artículo de "The New York Times" (27 de Mayo, 2007), Coca-Cola ha ido perdiendo participación internacional desde comienzos de este siglo. En la Figura 3-1 se puede observar el alcance de Coca-Cola en el mundo.



**Figura 3-1. Participación de Mercado Coca-Cola. Fuente: New York Times 27-05-2007.**

Según ese diario, Cola-Cola ha perdido 4 puntos de mercado en el período de 7 años (2000-2006). En contraste, la siguiente ilustración (Figura 3-2) se puede observar la distribución de market share de Pepsi, el cual ha ido creciendo en ese mismo período de tiempo.



**Figura 3-2. Participación de Mercado Pepsi. Fuente: New York Times 27-05-2007.**

Entender como interactúan permitirá comprender el porqué de la situación actual de los competidores evidenciada anteriormente.

### **3.3 Objetivos**

El propósito principal de este trabajo es el de encontrar un modelo que permita entender el comportamiento de las acciones de mercado de dos competidores pertenecientes a un duopolio.

La herramienta a desarrollar estará concentrada, particularmente, en el accionar del competidor en posición más débil. Es decir, el segundo del mercado. Se intenta entonces, poder determinar que estrategias se adecuan mejor a la situación de mercado en la que se encuentra. De esta manera, se genera un soporte para la toma de decisiones.

Entre otras cosas, se busca determinar cómo la oscilación de las intensidades de las sucesivas estrategias de marketing impacta sobre las ventas. Esto es, en definitiva, lo que le da valor a la herramienta, dado que el fin último es conocer qué estrategias hacen maximizar las ganancias del negocio.

Otro de los objetivos que aquí se proponen, es el de incorporar a este tipo de modelo conceptos de la Teoría de juegos, y hacerlos variar en el tiempo. Hasta el momento este tipo de teorías han sido desarrolladas sobre el fundamento que la toma de decisión se hace sobre un conjunto de posibilidades cuyo pago es fijo en el tiempo. Resulta de gran interés encontrar qué resultados se obtienen si los beneficios esperados de cada estrategia adoptada son variables en el tiempo. Esto, se cree, se ajusta aún más a la realidad a la que se enfrentan hoy día quienes deben tomar decisiones.

Por último, se considera de gran valor poder incorporar estos últimos conceptos a un modelo de simulación continua. Se utilizará este tipo de simulación dado que se desea conocer el comportamiento de las acciones, y no la toma de decisión puntual en cada momento.

### **3.4 Actores**

#### **3.4.1 Jugador 1: El retador de mercado.**

Este competidor se encuentra en la posición de decidir si desafiar o no a su contrincante. Es decir, debe decidir si ser agresivo o si cooperar.

Tomar una u otra decisión significa exponerse a diversos riesgos. Provocar al líder puede llevar a distintos desenlaces. Lanzar una campaña publicitaria cuando éste menos se lo espera puede ser muy beneficioso, pero si éste estaba a la expectativa del movimiento, probablemente ya tenga una estrategia diseñada, la que pueda producir que los intentos del retador sean en vano, o lo que es aún peor, conduzcan a un retroceso en su avance sobre el mercado.

Sin embargo, no arriesgarse puede implicar perder oportunidades de negocio. El no actuar cuando se identifica un punto débil del líder, o cuando se desarrolla una competencia que éste carece, puede significar dejar de obtener grandes beneficios. El jugador en cuestión debe desarrollar, entonces, su sensibilidad a la hora de determinar cuándo debe actuar.

#### **3.4.2 Jugador 2: El líder de mercado.**

Este jugador es el que se encuentra en la mejor posición. Su necesidad principal de marketing es la de no sólo aumentar su participación de mercado, sino la de aumentar el tamaño del mismo. En adición, debe construir una fortaleza inexpugnable alrededor del territorio propio.

Existen varias formas de hacer esto: Adoptar una defensa preventiva, seguir una estrategia contraofensiva, ampliar el mercado a otros centros de defensa y ofensiva o, adoptar una defensa de contracción. Las últimas dos sólo son aplicables a situaciones en las que el líder considera que no puede perder terreno, o al menos, no de manera significativa. La segunda opción es la que toma la gran mayoría de las empresas líderes [Kotler, 2001].

Estar atento a los movimientos del segundo del mercado, no es tan sólo observar y esperar. Significa desarrollar todas las estrategias posibles que puedan ser

adaptadas a las incipientes acciones del competidor. Implica preguntarse continuamente “¿Qué pasa si?”.

Siempre está la alternativa de esperar, analizar, y luego actuar. Esto trae aparejado una demora importante entre la acción del retador y el contraataque. Un contraataque bien estructurado puede ser de poco uso si llega tarde. Este es el riesgo al que uno se expone al tomar esta táctica, y es lo que comúnmente se denomina “Parálisis por Análisis”. Esta parálisis puede ser por falta de datos que sustenten la acción a tomar, o por una estructura muy burocrática de la compañía. Cualquiera sea el caso, este comportamiento conduce a la pérdida de importantes oportunidades [Zahra, Chaples, 1993]. Como dijo alguna vez Theodore Roosevelt: “La mejor decisión que podemos tomar es la correcta, la segunda mejor es la incorrecta, y la peor de todas es ninguna<sup>2</sup>”.

Dependiendo de la situación de mercado en la que se encuentre la empresa, la misma deberá decidir cuándo adoptar una u otra estrategia. Cuándo vigilar proactivamente a su retador, y cuándo enfocar sus esfuerzos de marketing en otros asuntos más pertinentes.

### **3.4.3 El mercado consumidor**

Los consumidores son quienes finalmente deciden qué marca consumir. Si se analiza el problema bajo el supuesto que ninguno de los productos presenta grandes diferencias técnicas respecto del otro, tal como la calidad, una persona expuesta a la decisión de adquirir uno u otro producto lo hará en base a los beneficios complementarios que éste ofrezca. Estos últimos pueden ser el precio, la disponibilidad al momento de la venta, las promociones, el status que ofrece tener el producto, etc.

El valor entregado al consumidor es la diferencia entre el valor total para el consumidor y el costo total para el consumidor. El valor total es el conjunto de beneficios que los consumidores esperan de sus productos y proviene de cuatro fuentes: producto, servicios, personal e imagen [Kotler, 2001]. Una manera efectiva de incrementar el valor total es no sólo disminuir el precio sino aumentar los beneficios. Beneficios que tengan como fin último lograr la plena satisfacción del

---

<sup>2</sup> Frase tomada de los documentos de la asociación de Theodore Roosevelt

consumidor y de la red de valor de la empresa (accionistas, proveedores, distribuidores, etc.).

Si estos beneficios son producto del hincapié que haga cada marca en su estrategia de marketing, puede llegar a pensarse que, bajo las condiciones enunciadas, el consumidor se encuentra inclinado a adquirir el producto del productor más activo a la hora de invertir en marketing. Esta es una deducción que se obtiene si se piensa que a más inversión de marketing, mayores beneficios para el consumidor y, por lo tanto, mayor consumo.

### **3.5 Dilemas**

La situación en la que se encuentran los principales agentes del problema hace a lugar a los siguientes dilemas:

#### **3.5.1 Jugador 1: El retador de mercado.**

¿Qué es más beneficioso, perseguir una estrategia ofensiva, o cooperar con el líder de mercado? ¿Es este el momento para actuar, o es preciso esperar?

Sobre el primer conflicto, Hugh Courtney (2001) enuncia que incluso en situaciones de poca incertidumbre, generar una perturbación, ser agresivo, produce discontinuidades en los mercados que pueden resultar en grandes beneficios para quienes asumen el riesgo. Es decir, generar caos donde había orden puede ser fructuoso. Claro está, qué estrategia aplicar dependerá de cuán bien sepa el tomador de decisiones identificar a la incertidumbre a la que se enfrenta.

Según el autor, existen cuatro niveles de incertidumbre residual: El nivel 1, el de menor incertidumbre, es aquel donde los métodos convencionales de predicción de variables de mercado pueden ser usados con éxito. El nivel 4, el de mayor incertidumbre, es aquel donde el uso de estas herramientas puede hasta llegar a resultar peligroso, y es donde no se puede establecer un rango de posibilidades. Entre estos extremos se encuentran los niveles 2 y 3. En una situación de nivel 3, los gerentes pueden delimitar el rango de resultados posibles, y en una situación de nivel 2, pueden dar un paso más e identificar una serie de escenarios posibles, uno de los cuales ocurrirá con un cierto nivel de probabilidad.

En el caso de estar en los niveles 2 y 3 de incertidumbre, el tomador de decisiones no buscará generar aún más incertidumbre, sino reducirla. Sin embargo, debe tener presente que si bien la incertidumbre es sinónimo de riesgo, también lo puede ser de grandes oportunidades. Conocer el nivel de incertidumbre de la situación permite definir las alternativas posibles, mientras que las condiciones ambientales, las capacidades de la compañía y sus aspiraciones determinarán que elección tomar. Hay quienes opinan que la incertidumbre alienta a invertir en crecimiento [Kulatilaka, Perotti, 1998].

En lo que respecta al segundo dilema, Courtney ilustra que la toma de decisión no es sólo difícil por la incertidumbre, sino por la irreversibilidad de las acciones y el miedo a represalias, como lo es proponerle casamiento a alguien. Para reducir la incertidumbre y la irreversibilidad, se decide comprar tiempo e información. Sin embargo, mantenerse abierto a las posibilidades y no actuar, podría significar que las oportunidades fuesen “robadas” por otro actor más agresivo.

Cuando se está ante una situación de incertidumbre de nivel 1, la decisión es fácil, se debe actuar de inmediato. En situaciones de mayor incertidumbre, se cuenta con dos posibilidades: Esperar mejor información, o actuar. Pero, ¿Qué pasa si no sólo se está en una situación de incertidumbre, sino que también se está ante un fuerte competidor capaz de responder a nuestras acciones? Claramente, la toma de decisión en un ambiente así no es fácil, y la opción que se elija estará sujeta únicamente a especulaciones y percepciones. En estas situaciones, la mejor forma de operar es la de diversificar inversiones, y con estas, los riesgos a los que se enfrenta la empresa.

### **3.5.2 Jugador 2: El líder de mercado**

¿Es conveniente desarrollar estrategias defensivas, o esperar el ataque? ¿Qué es de mayor utilidad, enfocarse en la defensa o desarrollar el mercado aún más?

El primer dilema es similar al segundo del primer jugador. Aquí se plantea la necesidad de actuar, sin embargo, se desconoce cuándo es mejor momento para hacerlo: antes o después del ataque del retador.

Sobre la última estrategia, también opina Courtney. En circunstancia de incertidumbre no es prudente concentrar los recursos en una sola opción. Sin embargo, si se apuesta a la opción ganadora, las recompensas serían mucho mayores de la que se obtendrían con una cartera diversificada. La decisión estará relegada a dos cuestiones: la tolerancia al riesgo, y la confianza que se tiene sobre la información que se posee.

La decisión de cada actor estará sujeta al momento en la que se la tome. Esto quiere decir, que la estrategia a adoptar no será fija en el tiempo. Puede decirse entonces, que el problema mayor al que se enfrenta cada agente es el de decidir qué mix de

estrategias va a adoptar, es decir, con qué probabilidad adoptaría una u otra estrategia.

### **3.6 Variables del modelo conceptual**

Las variables que forman parte del modelo conceptual son:

#### **3.6.1 Variables endógenas**

- ✓ *Agresividad del Retador.* Esta es una medida de la voluntad o predisposición del segundo del mercado de intentar arrebatar una porción aún mayor de mercado. La misma incide directamente en los gastos de marketing que está dispuesto a asumir a cambio de tan deseada recompensa.
- ✓ *Nivel de vigilancia del Líder.* Se refiere a los esfuerzos que el líder de mercado decide asignar a la tarea de controlar y anticipar las actividades de marketing del retador. La misma estará directamente vinculada con la amenaza percibida, y se traducirá en mayores inversiones en marketing.
- ✓ *Percepción del Líder de la agresividad del Retador.* Esta será la variable subjetiva sobre la cual el Líder decidirá si vigilar o no a su oponente.
- ✓ *Percepción del Retador de la vigilancia del Líder.* Análogamente, esta variable será el indicador que el retador utilizará para saber con qué intensidad tomar medidas agresivas para con el líder de mercado.
- ✓ *Gastos de marketing del Retador.* Esta variable representará de manera aproximada y cuantificada, a la agresividad del segundo del mercado. Los mismos estarán, a su vez, vinculados con las ventas del ejercicio anterior, dado que se supone que la empresa desea como mínimo mantener el nivel de ventas del período anterior.
- ✓ *Gastos de marketing del Líder.* Análogamente, esta variable, estará altamente influenciada por la necesidad de vigilancia por parte del líder. Al igual que en el caso del retador, también serán función de las variables.
- ✓ *Market Share del Retador.* Dado que el foco está puesto en mercados de bienes de consumo, el valor que esta variable adquiera, tendrá alta correlación

con las enunciadas anteriormente. En otras palabras, la porción de mercado que tenga el segundo del mercado en un instante dado, será el resultado del mix de estrategias y de los gastos de marketing de ambas firmas.

- ✓ *Ventas del Retador*: Suponiendo una demanda establecida, las ventas del Retador serán una respuesta directa al market share que se haya logrado obtener a lo largo del ejercicio.
- ✓ *Ventas del Líder*: De igual forma que la variable anterior, las mismas estarán determinadas por el market share que se tenga en un momento dado.
- ✓ *Market Share deseado por el Retador*: Si bien el retador actúa en la medida que percibe que puede hacerlo, siempre lo hace en base a una aspiración de participación. Esta variable será tratado como un parámetro.

### 3.6.2 Variables Exógenas

- ✓ *Demanda*: Se trabaja bajo el supuesto que la demanda del producto en cuestión ya está alcanzado una meseta y que los esfuerzos de marketing ya no logran hacerla crecer considerablemente. Es decir, que la demanda no es una variable que sea afectada por las enunciadas con anterioridad.
- ✓ *Efectividad de los esfuerzos de marketing del Retador*: Esta variable expresa qué porción de la inversión de marketing ha contribuido al fin de obtener una mayor participación. Es decir, es una medida del rendimiento de los gastos de marketing. Dado que se asume que la empresa no tiene acción inmediata y considerable sobre la misma, la misma permanecerá inalterable en el tiempo.
- ✓ *Efectividad de los esfuerzos de marketing del Líder*: Esta es la contrapartida de la variable comentada arriba.

Todas las variables exógenas serán tratadas como parámetros sobre los cuales el sistema no tiene efecto.

## 4 DESARROLLO DEL MODELO

### 4.1 Modos de Referencia

La idea general que se tiene de las variables, permite anticipar, en cierto modo, un comportamiento esperado de las mismas. Claro esta que estas son suposiciones iniciales sujetas al entendimiento de quien escribe y que luego de experimentar, pueden demostrar otros resultados.

#### 4.1.1 Agresividad del Retador de mercado

El comportamiento de esta variable está vinculado a muchas otras. Un aumento del valor de la misma, desencadena acciones equilibrantes por parte de las demás variables que forman el sistema. Esto permite llegar a la primera conclusión de que en el tiempo, el impacto de esta variable será constante y estable.

En adición, la presencia de demoras de información, hace pensar que en su evolución la misma presentará oscilaciones.

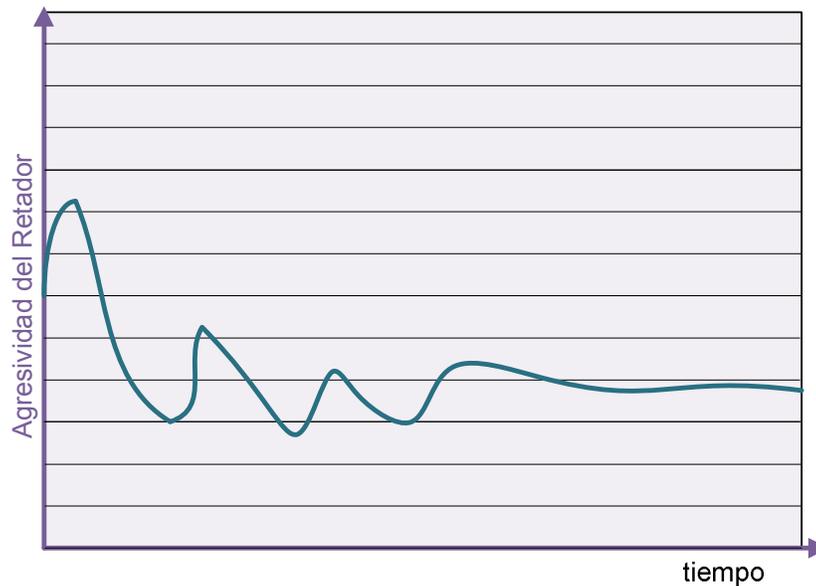


Figura 4-1. Agresividad del retador en el tiempo.

Si se parte de la situación inicial en la que el retador comienza por emprender acciones agresivas contra su oponente, el comportamiento de esta variable se asemejará al de la Figura 4-1.

#### 4.1.2 Nivel de vigilancia del líder de mercado

El comportamiento de esta variable se parece a la anterior por su naturaleza oscilatoria y balanceadora. Es decir, de concluir en una meta. El valor de esta variable, estará estrechamente vinculada con la anterior, pero desfasada con la misma en el tiempo, por ser una la reacción de la otra.

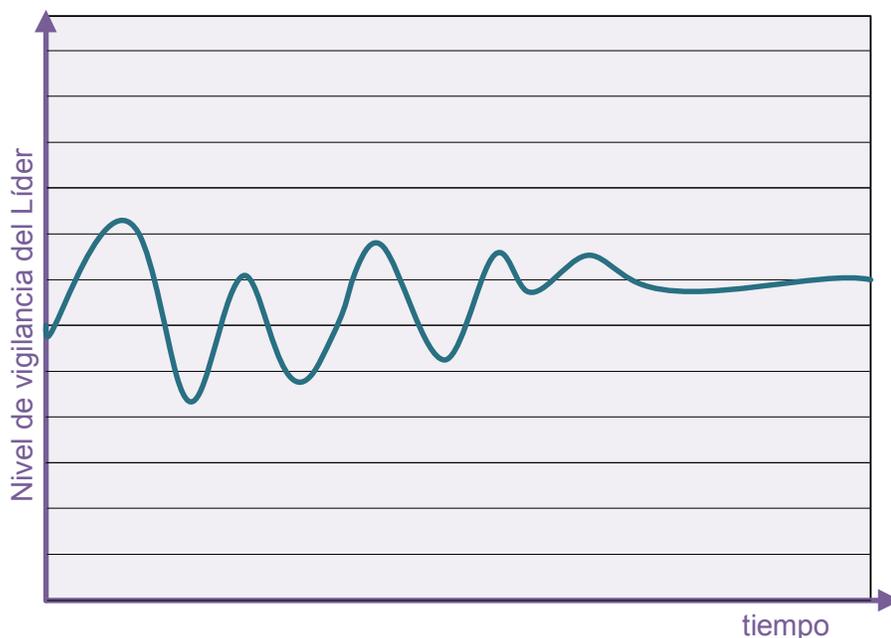


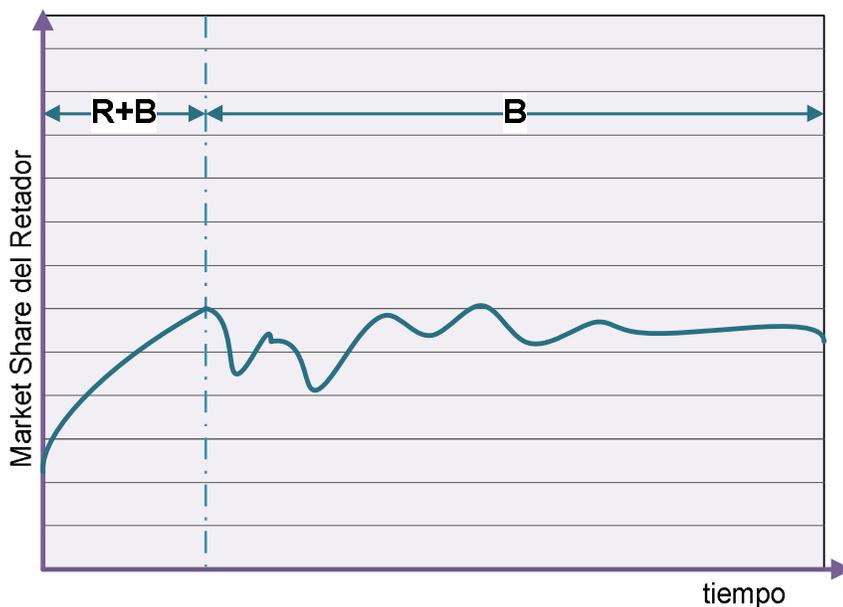
Figura 4-2. Nivel de vigilancia del líder en el tiempo

Aquí también, se puede apreciar en la Figura 4-2 que, eventualmente, la variable alcanza un valor para el cual el sistema se encuentra en equilibrio.

#### 4.1.3 Market share del Retador

Esta variable es de gran importancia en el sistema, dado que su valor estimulará a una u otra reacción de los jugadores. La pluralidad de vínculos con otras variables,

hacen que su comportamiento esté gobernado por las mismas, de distintas maneras a lo largo del tiempo.



**Figura 4-3. Market share del retador**

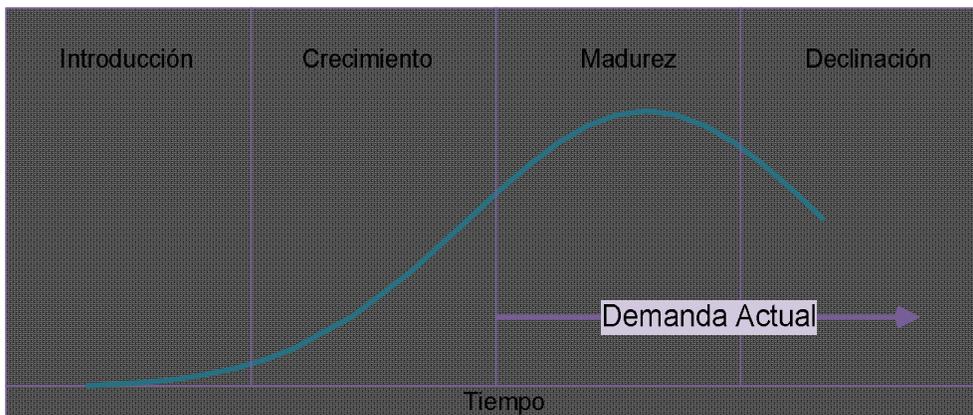
Como se puede observar en la Figura 4-3, en primera instancia el market share presenta un crecimiento exponencial negativo. Esto se debe a que se la representa ante el supuesto que, al inicio del tiempo, el líder no se encuentra alerta, dejando lugar a un avance del segundo del mercado. Esta forma de comportamiento está usualmente asociada a la existencia de procesos homeostáticos.

Luego, la progresiva interacción con otras variables, las que tienden a disminuir su valor, hace que se alcance un equilibrio. Aquí también se presentan oscilaciones. Las mismas son consecuencia tanto de las demoras de información, como así también, de la interacción de varios lazos balanceadores.

Cabe aquí aclarar que no se ha cuantificado ni se han utilizado unidades de medida, dado que se desea presentar el caso genérico y no un ejemplo particular, al menos no por el momento. En adición, las variaciones y oscilaciones son meras estimaciones cuya verificación, como ya se ha mencionado, estará sujeta a la

posterior experimentación. Estas representaciones, entonces, son únicamente ilustrativas del modelo mental que se posee, en lo que refiere al comportamiento esperado de algunas variables relevantes.

Otra variable a considerar es la demanda. Si bien se mencionó que la misma no ha de ser modificada por las variables del sistema, se desea hacer la aclaración de en qué situación está la misma. Esto se debe a que esta particularidad es de gran importancia para el comportamiento del sistema en su totalidad. Este supuesto, permite desestimar el hecho que la demanda total se incrementa como consecuencia de las acciones de marketing de ambos dos competidores.



**Figura 4-4. Demanda del mercado**

La Figura 4-4 permite apreciar lo enunciado con anterioridad. En efecto, entonces, el producto se encuentra en un estado de maduración.

## 4.2 Diagrama de lazos causales

El diagrama de lazos permite vincular las variables, mostrando los efectos positivos o negativos entre las mismas. Además permite representar procesos de crecimiento, y homeostáticos. Son gran utilidad a la hora de conceptualizar el problema.

Para el problema en cuestión se ha trazado en el diagrama de la Figura 4-5:

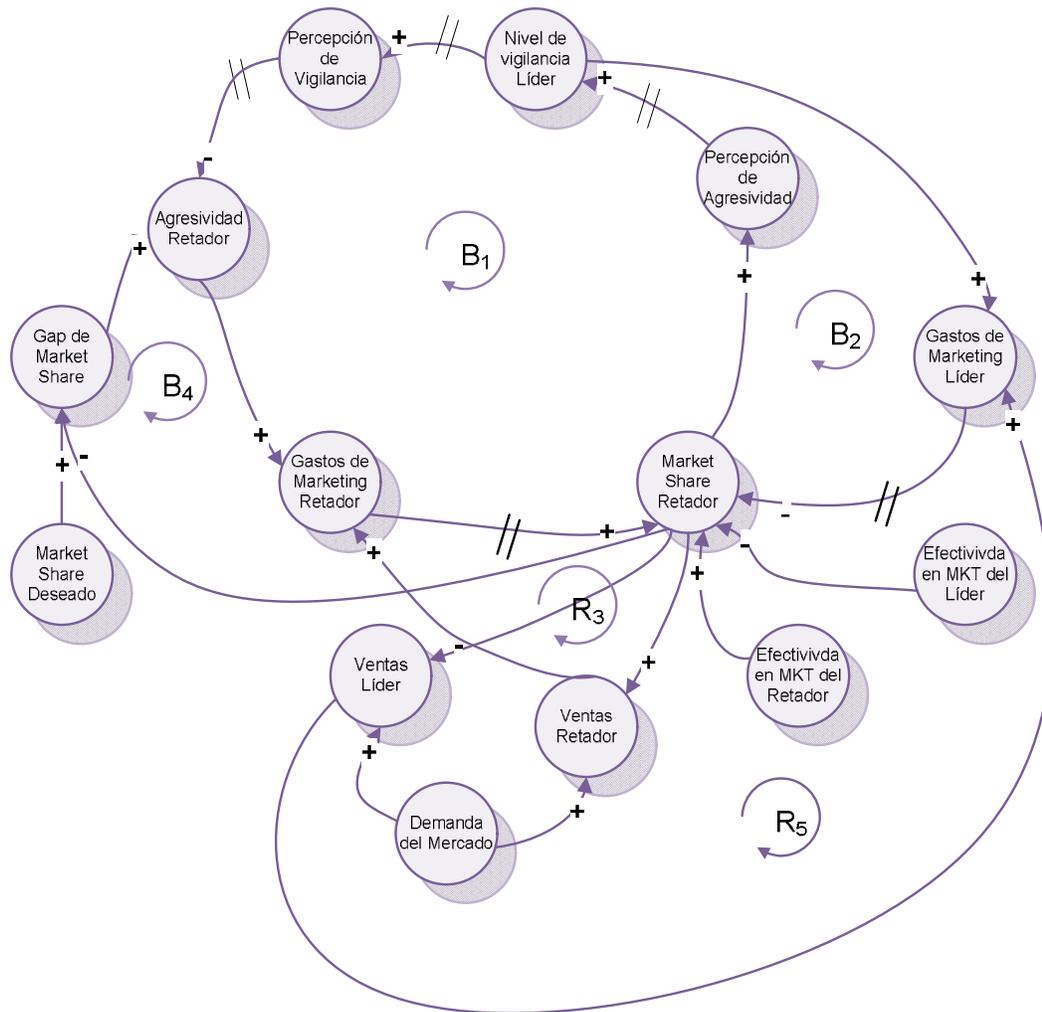


Figura 4-5. Diagrama de lazos del problema

Los signos en los lazos indican en que sentido varían las variables. Por ejemplo, un signo negativo indica que a mayor una variable menor la otra.

En el diagrama se pueden observar cinco lazos, los mismos serán explicados a continuación:

#### 4.2.1 Lazo 1: Equilibrio de la agresividad del retador

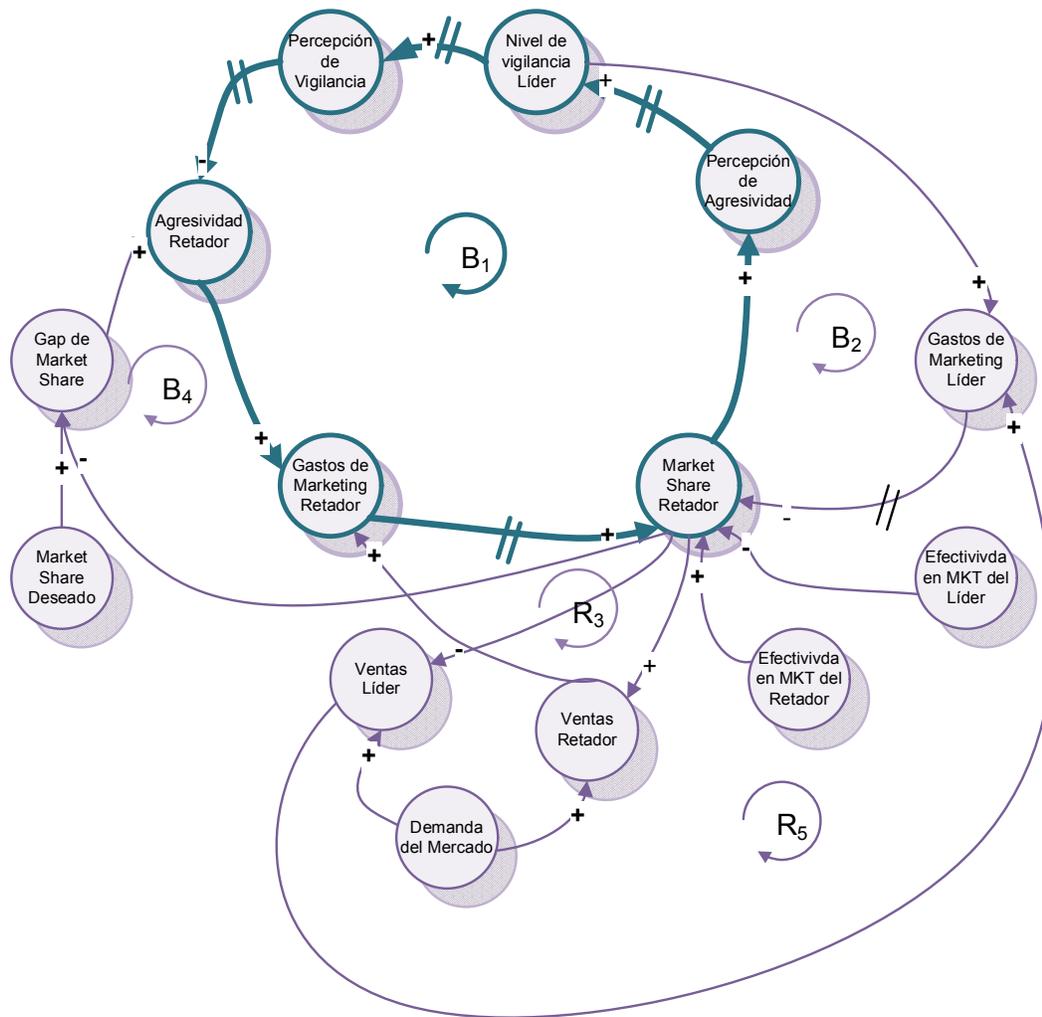


Figura 4-6. Lazo balanceador B1.

Se puede observar resaltado en la Figura 4-6 un lazo balanceador compuesto por seis variables: Agresividad del retador, gastos de marketing del retador, market share del retador, percepción de agresividad por parte del líder, nivel de vigilancia del líder y percepción de vigilancia por parte del retador.

El mismo expresa que de existir una mayor agresividad por parte del Retador, esta se traducirá en mayores gastos de marketing. Una mayor inversión en costos de mercadeo, como se ha discutido con anterioridad, tienden a aumentar la participación de mercado en el caso de las industrias de bienes de consumo, ya sean durables o no. La incidencia de los gastos de marketing sobre el market share está retrasada en el tiempo. Esto se debe a que se estima que existe una demora entre la inversión en marketing y los resultados perceptibles sobre el mercado afectado. Está demora es la necesaria para que los consumidores cambien su hábito de consumo ante la nueva oferta.

Un movimiento en las porciones de mercado, dará indicación al líder que el segundo representa una amenaza, dado que está siendo agresivo, es decir, persigue una mayor participación. Esta percepción de agresividad, induce al líder a tomar acciones de vigilancia. Esto no sucede de forma instantánea. Se cree que existe un tiempo de reacción entre que se percibe el peligro y se actúa.

El retador, a su vez, conoce en una cierta medida las consecuencias de sus actos. Sabe que el líder percibirá sus acciones como una amenaza, y por lo tanto actuará de manera defensiva. Esta sensación que percibe el retador puede denominarse percepción de la vigilancia del líder. Estimando que su competidor tomará acciones defensivas, el retador disminuye momentáneamente la intensidad de implementación de su estrategia de agresividad.

Es importante añadir que el juego de percepciones no se despliega de forma instantánea. La impresión de lo que está sucediendo en el mercado, es el resultado de la observación de su evolución, y no una simple fotografía del momento.

Lo mismo sucede con los tiempos de reacción. Habiendo percibido el peligro, es difícil pensar que cualquiera de los dos competidores pueda desplegar o retraer un ataque de forma instantánea. Sea cual sea la respuesta, probablemente ésta tome un tiempo de elaboración. El mismo dependerá en cierta medida de cuan burocrática sea la empresa.

### 4.2.2 Lazo 2: Acción balanceadora de los gastos de marketing del líder

En la Figura 4-7, se puede apreciar, nuevamente resaltado, un segundo lazo balanceador. El mismo está formado por la siguiente secuencia de variables: Nivel de vigilancia del líder, Gastos de marketing del Líder, Market share del retador y Percepción de Agresividad.

Para seguir una estrategia de vigilancia, el líder debe aumentar sus gastos de marketing. Esto, a su vez, tiene el efecto de reducir el market share del competidor.

Una menor participación de mercado, disminuye la percepción de agresividad del líder, el cual supone que el retador está retrayendo su ataque. Esto tiene como consecuencia directa, una disminución de los esfuerzos en vigilancia. Dado que un aumento en el nivel de vigilancia, a través de las relaciones causales del lazo, concluye en una disminución de la misma, se verifica que el mismo es balanceador.

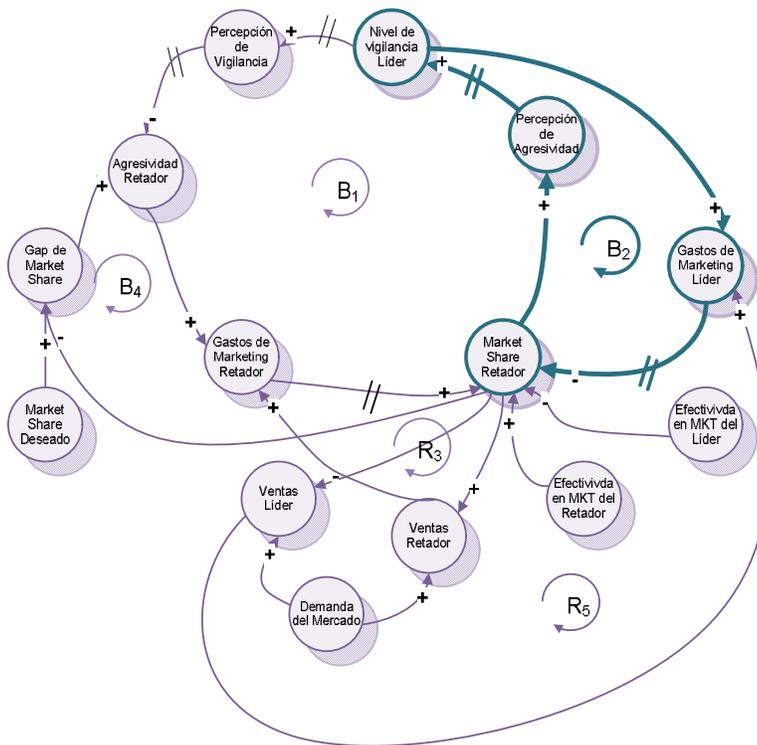


Figura 4-7. Lazo balanceador B2.

### 4.2.3 Lazo 3: Incentivo para la agresividad

El tercer lazo representado en el diagrama es de naturaleza reforzadora, dado que un aumento de una variable conduce a un aumento aún mayor de la misma. El lazo resaltado en la ilustración muestra la interacción entre tres variables: Gastos de marketing del retador, market share del retador y las ventas del mismo.

Como se ha explicado con anterioridad, un aumento en los gastos de marketing se traduce eventualmente en una mayor participación de mercado. A una mayor participación de mercado, mayores ventas. Dado que se trabaja bajo el supuesto de que en todo instante cada compañía persigue al menos mantener el último nivel de ventas, se asume que las mismas estarán también relacionadas de forma positiva con los gastos.

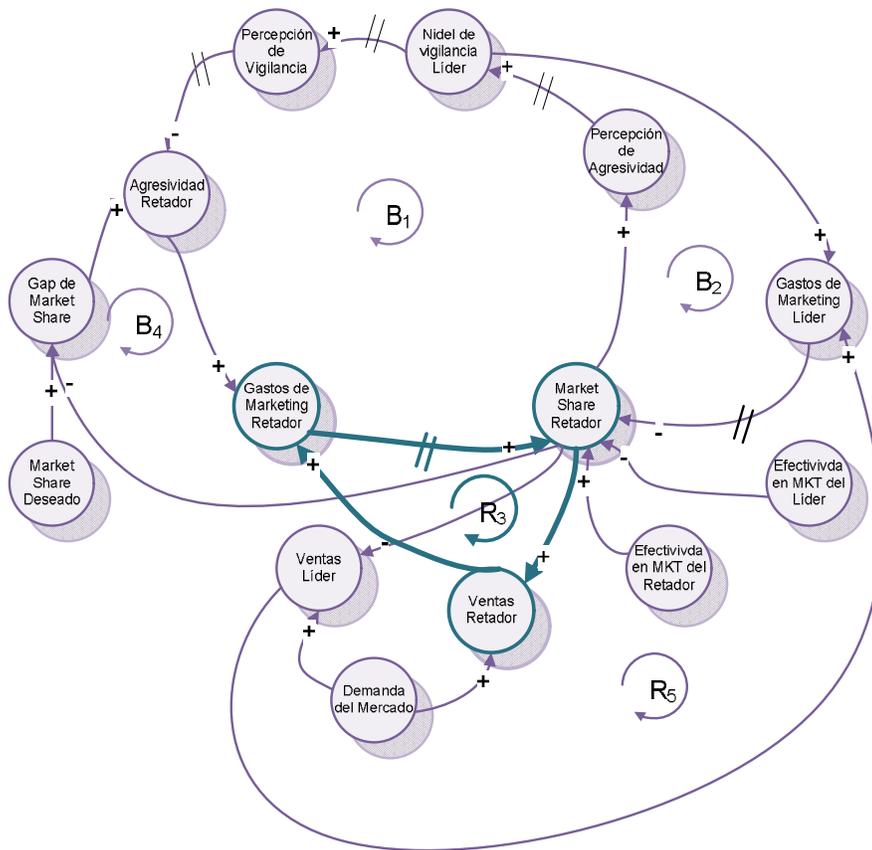


Figura 4-8. Lazo Reforzador R3.

#### 4.2.4 Lazo 4: En busca del valor deseado

La Figura 4-9 se puede observar un cuarto lazo, en este caso, balanceador. El mismo es el producto del vínculo de cuatro variables: Agresividad del retador, gastos de marketing del retador, market share del retador, y la diferencia entre el valor de market share actual y el deseado.

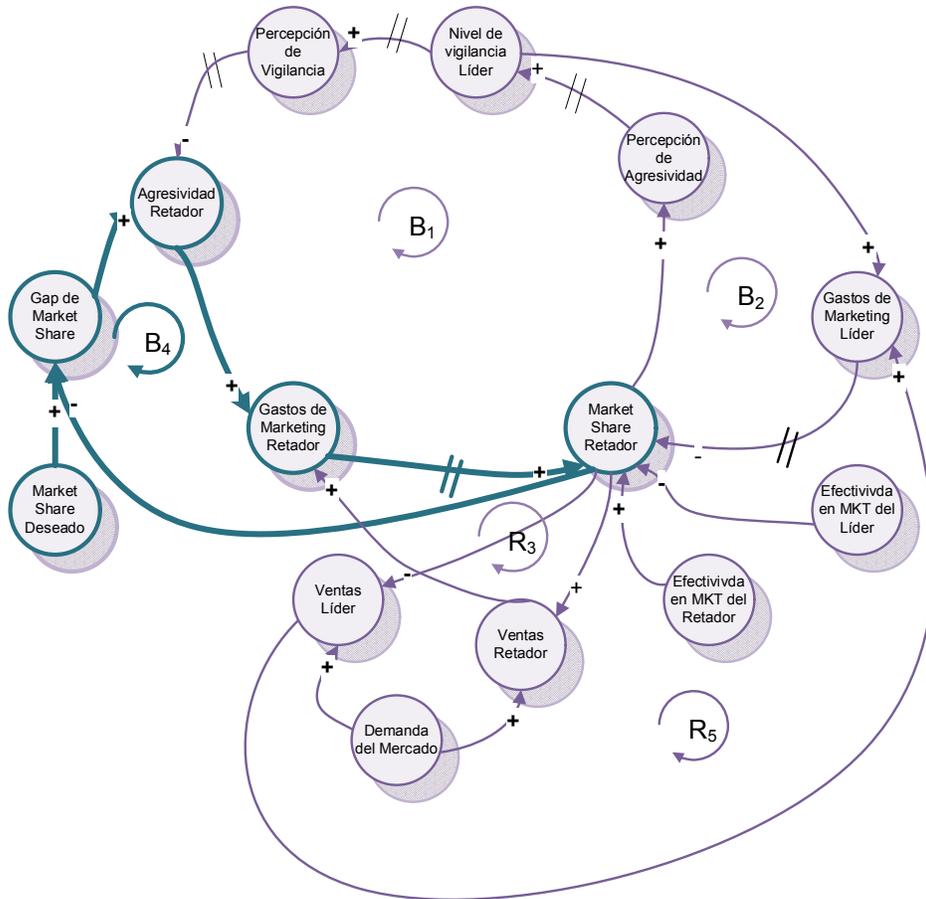


Figura 4-9. Lazo balanceador B4.

Siguiendo con la línea de pensamiento de los lazos anteriores, existe otra variable que afecta a los gastos además de la agresividad y el nivel de ventas: El market share deseado.

En la medida que la empresa se acerca a su meta de participación, ira cambiando a una estrategia más cooperativa para con el líder del sector. Esta es la idea básica que expresa el lazo aquí discutido. La meta que se propone conseguir el retador podrá o no ser constante en el tiempo. La lógica indica, que al ganar más territorio, muy probablemente persiga metas más ambiciosas.

#### 4.2.5 Lazo 5: Crecimiento de los gastos de marketing del líder

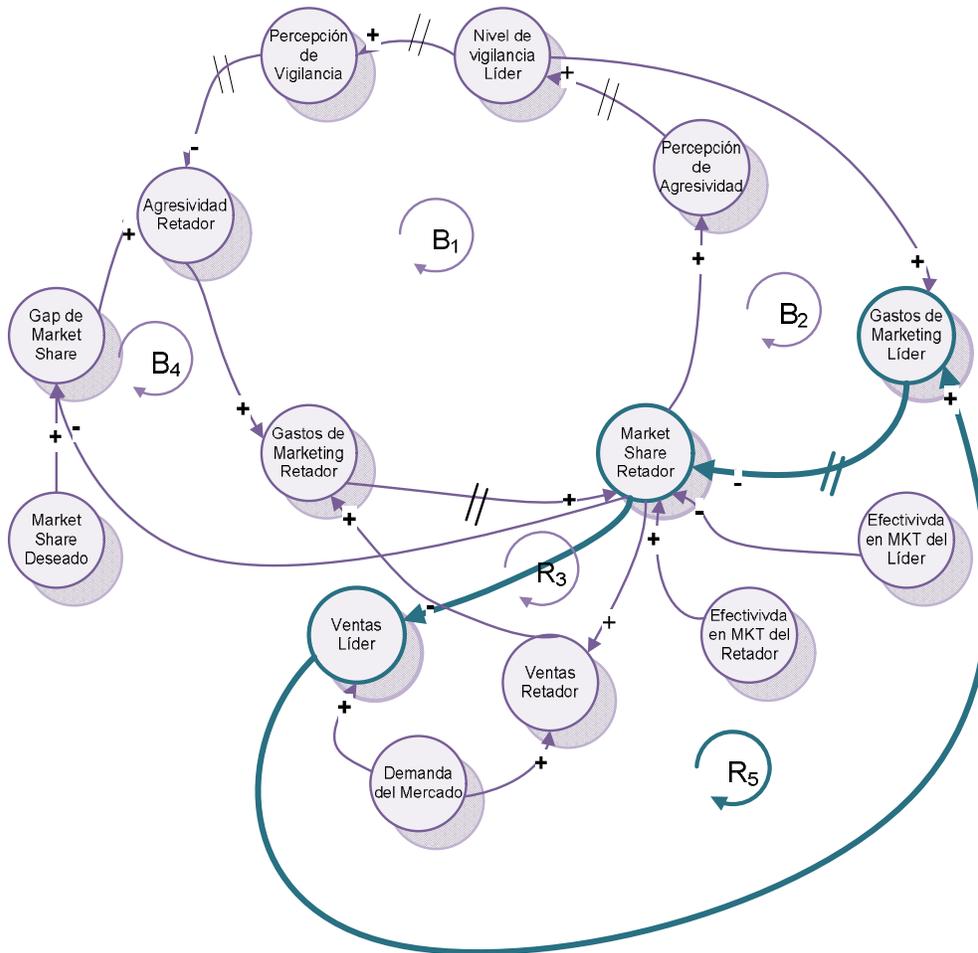


Figura 4-10. Lazo reforzador R5.

Este lazo reforzador es la contrapartida al tercer lazo descrito. En este caso las variables relacionadas son: Las ventas del líder, su gasto de marketing y el market share del Retador. Aquí cabe aclarar que el market share del líder será el

complemento del market share del retador. Con lo cual, perseguir una disminución del market share del retador no es más que buscar un aumento en el propio.

Se puede decir entonces que este lazo puede ser explicado de igual forma que el Lazo 3.

#### **4.2.6 Algunas aclaraciones**

Es necesario hacer algunas aclaraciones respecto de las variables auxiliares presentes en el diagrama. La demanda, por ejemplo, es una variable que afecta a las ventas de ambas compañías. Esta forma de representarla muestra lo que se comentó con anterioridad, que la demanda es, a modo de simplificación, independiente de las acciones de marketing de los jugadores. Se considera una buena aproximación decir que la demanda será distribuida en su totalidad entre ambos competidores. Esta aclaración vale, dado que como no son muchos los casos de duopolios perfectos, puede llegarse a aplicar este modelo suponiendo que por demanda se refiere a la demanda conocida para esos dos competidores con productos similares.

La otra salvedad a comentar es que las variables de efectividad del marketing son las que establecen en que proporción afectarán los presupuestos de marketing respectivos, al market share del retador. No serán incluidas en la explicación dado que no influyen en el modo de comportamiento de los lazos, sino en la magnitud en que las variables se afectan entre sí.

### 4.3 Diagrama de Stock & Flujos

#### 4.3.1 Submodelo: Estrategias de Marketing

##### 4.3.1.1 Desarrollo conceptual

Una cuestión importante a la hora de llevar este problema al ámbito de de la simulación, es lograr concretar un modelo que refleje el comportamiento estratégico de cada jugador. Particularmente, es necesario encontrar la forma más real de mostrar la interacción entre la secuencia de variables: Percepción de agresividad, nivel de vigilancia, percepción de vigilancia y agresividad (Figura 4-11).

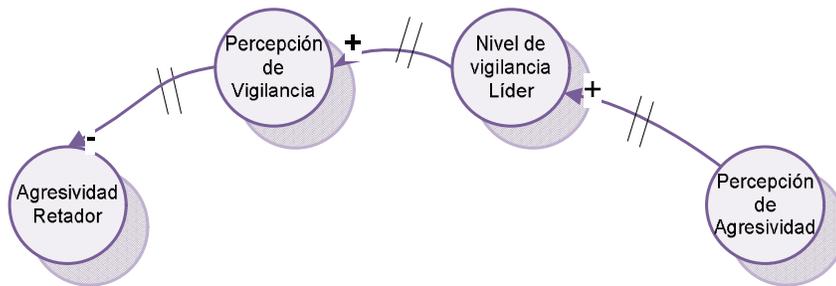


Figura 4-11. Secuencia estratégica

No es del todo correcto pensar que la relación entre las variable sea lineal. Incluso, es preciso no ignorar que cada competidor aprende de su entorno y actuará en la medida que así lo dicte su experiencia.

Una manera de plasmar este dilema estratégico es aplicando Teoría de juegos. La Teoría de juegos se refiere al estudio de la lógica que gobierna las interrelaciones entre incentivos, interacciones estratégicas y resultados. La misma nos permite conceptualizar el razonamiento que tiene cada competidor de mercado a la hora de tomar una decisión, asimilando esta situación a un juego. Se dice que existe un “juego” en toda aquella situación en que al menos un agente o jugador, puede maximizar sus ganancias únicamente anticipando la repuesta de otros agentes.

El primer punto a establecer es que cada competidor es económicamente racional: (i) reconoce los posibles resultados, (ii) conoce como se desencadenan esos resultados

y, (iii) elige las acciones que le asegura el mejor resultado dada las acciones del otro jugador.

Además, es importante partir del principio que cada agente involucrado en el juego tiene preferencias. Estas preferencias pueden ser explicadas por el concepto de utilidad. La misma se refiere al bienestar que se obtiene de un objeto o evento. Cada jugador, ante el supuesto de ser un ente racional, actuará de forma tal de maximizar su utilidad.

Hablando en términos matemáticos, el problema radica en la tarea de encontrar qué valor del espectro de la variable bajo análisis maximiza la función de utilidad del jugador. Sin embargo, esta no es una labor simple. Para comenzar, es preciso poder determinar cuál es esta función de utilidad. Una manera de hacerlo es asignando valores a los posibles resultados a los que se expone cada jugador. Por ejemplo, se sabe que el segundo del mercado prefiere ser agresivo cuando su competidor no está expectante de un ataque. Si denominamos a la función de utilidad del retador  $U_R(x)$ , lo anterior puede ser expresado de forma matemática mediante la fórmula (4-1), donde NAV significa no ser agresivo cuando el líder vigila y AV sí ser agresivo cuando el líder vigila.

$$U_R(\text{NAV}) > U_R(\text{AV}) \quad (4-1)$$

Así mismo, el retador percibe un costo de oportunidad en el caso de no actuar cuando el líder no está vigilando. Esto puede expresarse de igual forma a través de la ecuación (4-2), donde ANV representa la estrategia de actuar cuando el líder no está alerta y NANV la de no actuar dada esa situación.

$$U_R(\text{ANV}) > U_R(\text{NANV}) \quad (4-2)$$

Dadas estas premisas, también se puede suponer que representa un mayor costo para el retador recibir una represalia del líder (AV) que perder la oportunidad de arrebatar parte del mercado cuando las condiciones son favorables (NANV), como describe la fórmula (4-3).

$$U_R(NANV) > U_R(AV) \quad (4-3)$$

El mismo ejercicio puede realizarse para comprender las opciones del líder de mercado. En primer lugar, se asume que prefiere invertir en estrategias de vigilancia cuando el retador está pronto a atacar. Esto se expresa en la fórmula (4-4), donde  $U_L(X)$  es la función de utilidad del líder, VA es la estrategia de vigilar cuando el retador pretende ser agresivo y NVA es la estrategia de no hacerlo.

$$U_L(VA) > U_L(NVA) \quad (4-4)$$

En adición, el líder opta no vigilar de saber que su opositor no será agresivo. Esto es equivalente a lo expresado en la ecuación (4-5), donde NVNA es la alternativa de no gastar en vigilancia cuando no es necesario y VNA es la opción de vigilar innecesariamente.

$$U_L(NVNA) > U_L(VNA) \quad (4-5)$$

Además, se puede asumir que es más beneficioso para el líder de mercado lograr impedir los intentos de arrebatar el mercado por parte del retador (VA) a que no suceda nada en absoluto (NVNA), dado que en el primer caso logra debilitar al contrincante y disuadirlo de intentar el movimiento nuevamente. Es decir, lo deja en una peor situación que la inicial. Esto se muestra matemáticamente en la fórmula (4-6).

$$U_L(VA) > U_L(NVNA) \quad (4-6)$$

Una manera de esquematizar estas proposiciones es mediante una matriz (Figura 4-12). La misma muestra en las filas las posibles estrategias del retador y, en las columnas, las del líder.

		Estrategias del Líder	
		V	NV
Estrategias del Retador	A	(CAV, BVA)	(BANV, CNVA)
	NA	(BNAV, CVNA)	(CNANV, BNVNA)

**Figura 4-12. Matriz de pago**

Las componentes de la matriz se encuentran resumidas en la Tabla 1.

Componente	Descripción	Valor
CAV	Costo del retador de ser agresivo cuando el líder vigila	1
BANV	Beneficio del retador de ser agresivo cuando el líder no vigila	4
BNAV	Beneficio del retador de no ser agresivo cuando el líder vigila	3
CNANV	Costo del retador de no ser agresivo cuando el líder no vigila	2
BVA	Beneficio del líder de vigilar cuando el retador es agresivo	4
CNVA	Costo del líder de no vigilar cuando el retador es agresivo	1
CVNA	Costo del líder de vigilar cuando el retador no es agresivo	2
BNVNA	Beneficio del líder de no vigilar cuando no es necesario	3

**Tabla 4-1. Componentes de la matriz de pago**

Los valores de los componentes han sido asignados de forma tal que se correspondan con el orden de preferencias de cada jugador [Kim, D. y Kim, D.1997].

Estos se relacionan con la utilidad percibida de cada uno de los resultados posibles. En principio se los asumirá constantes. Luego se corroborará que para otorgarle realismo al modelo, los mismos serán variables en el tiempo dependiendo de las condiciones del mercado en un momento dado.

Una característica importante del juego es el tipo de información que involucra. En este caso la información con la que cuenta cada jugador es imperfecta dado que ninguno conoce con exactitud que estrategia adoptará el contrincante a la hora de tomar la decisión. Esto hace que cada jugador deba evaluar que opción es más conveniente según las posibles estrategias que adopte el competidor (Figura 4-13).

		Estrategias del Líder	
		V	NV
Estrategias del Retador	A	(1,4)	(4,1)
	NA	(3,2)	(2,3)

**Figura 4-13. Matriz de pago con valores asignados**

En lo que respecta al retador, en el caso de que el líder esté alerta, obtiene mayor ganancia si no es agresivo ( $3 > 1$ ). En cambio, si el líder adopta su otra estrategia, obtiene mayor beneficio si es agresivo ( $4 > 2$ ).

Analizando la situación del líder, se observa que ante la situación de agresión, tiene un pago mayor si vigila a su contrincante ( $4 > 1$ ). Y, al contrario, obtiene una mayor utilidad no vigilar si su competidor no es agresivo ( $3 > 2$ ).

Este último análisis nos permite llegar a una importante conclusión: no existe para ninguno de los dos una estrategia que domine sobre la otra. Cuando una estrategia es dominante, el jugador obtiene un mayor beneficio cualquiera sea la estrategia que adopte el otro jugador.

Esto es lo que sucede con otros juegos, tales como el “Dilema del Prisionero” donde claramente una estrategia domina sobre la otra [Ross, D. 1997]. En este juego, dos personas son acusadas de un crimen. Al no existir evidencia para condenarlos a ambos se le hace a cada uno la siguiente proposición: Confesar el robo, implicando en el mismo al compañero, y si este no confiesa, entonces obtendrá la libertad y el compañero 10 años de prisión. Si ambos confiesan, los dos irán 5 años a la cárcel. Y, finalmente, si ninguno confiesa, ambos serán enviados a prisión por sólo dos años.

Las ganancias de cada jugador para este juego se encuentran expresadas en la Figura 4-14.

		JUGADOR I	
		Confesar	No Confesar
JUGADOR II	Confesar	(2,2)	(4,0)
	No Confesar	(0,4)	(3,3)

**Figura 4-14. Matriz de pago del Dilema del Prisionero**

Se procede a analizar las alternativas del primer jugador. En caso de que su compañero confiese, el Jugador I obtendrá un mayor resultado si el también confiesa ( $2 > 0$ ). Si su compañero decide no confesar, también obtiene un mejor resultado si confiesa ( $4 > 3$ ). Es decir que independientemente de la estrategia adoptada por el Jugador II, el Jugador I siempre obtiene mejores resultados si decide confesar.

Se arriba a la misma conclusión si se analiza la situación para el Jugador II. El resultado de este juego es que en pos de maximizar sus utilidades ambos jugadores deberán confesar. Este un claro ejemplo de una estrategia dominante sobre el resto.

Algo curioso a resaltar de este último ejemplo es que aunque ambos obtendrían mayores beneficios en caso de no cooperar, no les es conveniente adoptar esa estrategia. Ambos jugadores saben que el otro razonará que ante cualquier estrategia que adopte el contrincante obtendrá un mejor pago al confesar, y no cooperar mientras el otro confiesa podría significar 10 años de prisión. Ante ese riesgo, cada jugador opta confesar.

Este conjunto de estrategias, Confesar-Confesar, es lo que se conoce como el equilibrio de Nash del juego. Es decir, que no existe para cada uno de los jugadores ninguna estrategia que le haga obtener mejores resultados.

Retornando al caso de estudio, se puede entonces concluir que no existe estrategia dominante, como así tampoco, un equilibrio de Nash. En casos como este, en los que ninguna estrategia maximiza la utilidad del jugador, es necesario adoptar una estrategia mixta. Esto significa que cada jugador elegirá cada una de sus estrategias con una determinada probabilidad. El concepto anterior es equivalente a decir que si el juego se repite  $T$  cantidad de veces en el tiempo, el jugador elegirá  $p$  veces una estrategia dada, siendo entonces la probabilidad de optar dicha alternativa  $p/T$ .

La tarea ahora consistirá en determinar con qué probabilidad  $p$  el retador será agresivo, y con qué probabilidad  $q$  el líder decidirá vigilar a su competidor. La manera de hacer esto es, nuevamente, encontrar el valor que maximice la utilidad total de cada jugador.

Situándonos en la posición del retador, el valor esperado del juego puede expresarse como función de la probabilidad  $p$  de ser agresivo y la probabilidad  $q$  de vigilancia, según la fórmula (4-7).

$$E_R(p) = p(CAV q + BANV(1 - q)) + (1 - p)(BNAV q + CNANV(1 - q)) \quad (4-7)$$

Una manera simple de comprender la expresión es volviendo a la matriz de pagos. La Figura 4-15, a continuación, muestra de forma esquemática lo expresado en la ecuación (4-7).

		Estrategias del Líder	
		q	1-q
		V	NV
Estrategias del Retador	p	A	(CAV, BVA)      (BANV, CNVA)
	1-p	NA	(BNAV, CVNA)      (CNANV, BNVNA)

**Figura 4-15. Matriz de pagos con probabilidades asignadas**

El primer término de la ecuación expresa lo que la primera fila de la matriz. En caso de ser agresivo, el retador obtendrá como pago CAV con una probabilidad  $q$  de que el líder vigile, y obtendrá BANV con una probabilidad  $(1-q)$  de que el líder no vigile. Como se le asigna a esta estrategia una probabilidad  $p$ , el resultado es el primer término de la expresión. Lo mismo para el segundo término: De no ser agresivo el retador obtendrá BNAV con una probabilidad  $q$  y CNANV con una probabilidad  $(1-q)$ . Nuevamente, como se le asigna a esta estrategia una probabilidad  $(1-p)$  de ocurrencia, el producto anterior se verá afectado por este valor.

Para obtener, entonces, los valores de probabilidades que maximizan el valor esperado del segundo del mercado sólo basta derivar la expresión e igualarla a cero (Fórmula (4-8)).

$$\frac{dE_R(p)}{dp} = (CAV q + BANV (1-q)) - (BNAV q + CNANV (1-q)) = 0 \quad (4-8)$$

De la expresión anterior se deriva que la probabilidad  $q$  que maximiza las utilidades del retador es lo expresado en la ecuación (4-9).

$$q^* = \frac{(BANV - CNANV)}{(BANV + BNAV - CNANV - CAV)} \quad (4-9)$$

Lo curioso de esta ecuación es que, como se puede apreciar, la probabilidad con la que el líder aplique una estrategia de vigilancia, de forma tal que se maximice la ganancia de ambos jugadores, está únicamente determinada por los pagos del retador. Se puede concluir, entre otras cosas, que un mayor costo de una represalia (CAV) percibido por del retador genera una disminución de la probabilidad en que el líder decidirá vigilar (El lector debe tener en cuenta que un mayor costo se traduce en un pago más negativo). Esto quiere decir que una mayor percepción de peligro al actuar por parte del retador permite al líder no tener que estar en constante vigilancia. En otras palabras, mientras más estable y fuerte demuestre ser el líder ante su competencia, menores gastos de marketing deberán ser destinados a protegerse del retador.

Para obtener el valor equilibrio de la probabilidad  $p$  debe realizarse la misma operatoria para el otro jugador. El valor esperado del juego para el líder queda expresado en la fórmula (4-10).

$$E_L(q) = q(BVA p + CVNA(1-p)) + (1-q)(CNVA p + BNVNA(1-p)) \quad (4-10)$$

La fórmula resulta de trabajar con las columnas de la matriz de pago del juego. De nuevo, la forma para obtener el valor óptimo es derivando la expresión e igualando a cero (Ecuaciones (4-11) y (4-12)).

$$\frac{dE_L(q)}{dq} = (BVA p + CVNA(1-p)) - (CNVA p + BNVNA(1-p)) = 0 \quad (4-11)$$

$$p^* = \frac{(BNVNA - CVNA)}{(BVA - CNVA - CVNA + BNVNA)} \quad (4-12)$$

Se comprueba también en este caso que el valor óptimo de la probabilidad  $p$  es independiente de los pagos del retador, y es función únicamente de los pagos del líder.

Reemplazando las ecuaciones (4-9) y (4-12) por los valores asignados a los pagos se obtiene los siguientes valores de equilibrio (Expresiones (4-13) y (4-14)).

$$q^* = 0.5 \quad (4-13)$$

$$p^* = 0.25 \quad (4-14)$$

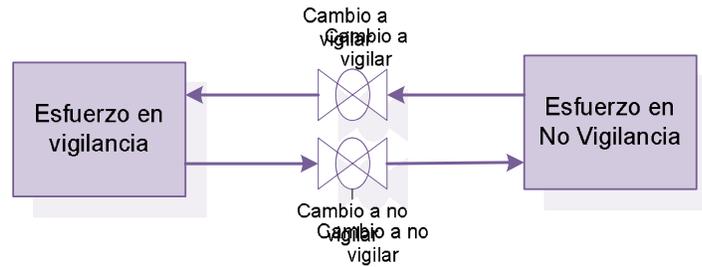
Claro está, esto sería cierto para el caso en que los pagos se mantuvieran constantes en el tiempo. El caso que aquí se presenta es el opuesto, los pagos no serán constantes en el tiempo y dependerán de las variables de mercado. Esto hará que los valores de equilibrio del juego fluctúen en el tiempo.

#### 4.3.1.2 Desarrollo del submodelo

Hasta este momento hemos encontrado la forma de modelizar la toma de decisión. Sin embargo, se lo ha planteado de forma estática. Es preciso ahora encontrar la forma de plasmarlo en un modelo de simulación que nos permita, entre otras cosas, poder retroalimentar las variables de decisión con las variables del ambiente.

Al respecto [Kim. Kim. 1997] proponen en su trabajo conceptualizar la probabilidad de comportamiento de cada jugador de una de las siguientes formas: Pensar la probabilidad en términos de la historia de juegos previos o, asimilarla a una proporción de elementos en un determinado estado. Los autores sugieren adoptar esta última para poder traducir el modelo de lazos a uno de stocks y flujos.

Llevando esto último al campo del caso analizado en este trabajo, la manera más efectiva de simular esta probabilidad es la de interpretar que la misma será equivalente a la proporción de esfuerzo de marketing que se decida destinar a una estrategia dada. Si se supone que el total de estos esfuerzos permanece constante en el tiempo, puede diagramarse como un flujo entre dos stocks, como lo muestra Figura 4-16.



**Figura 4-16. Intercambio de estrategias**

Luego, la probabilidad de aplicar la estrategia de vigilancia, por ejemplo, será la proporción de esfuerzos destinado a dicha estrategia (Fórmula (4-15)).

$$Pr\ obabilidad\ _de\ _vigilancia = \frac{Esfuerzos\ _en\ _vigilancia}{Esfuerzos\ _en\ _vigilancia + Esfuerzos\ _en\ _no\ _vigilancia} \quad (4-15)$$

Lo importante aquí se enfoca en la forma en que los esfuerzos fluirán de un stock al otro. Estos estarán determinados en primera instancia por la percepción que tenga cada jugador de la utilidad que le aporta cada estrategia. Dicho de otra forma, la diferencia entre las utilidades de aplicar cada una de las estrategias, definirá en qué medida los esfuerzos son transmitidos de un stock a otro.

Para entender esto último es preciso volver a la matriz de pago de juego. Se determina la utilidad de aplicar una estrategia dada como el valor esperado que se obtiene de la misma. Para el caso del retador, y como ya se comentó al explicar el valor esperado total del juego para el mismo, la utilidad de ser agresivo es describe en la fórmula (4-16).

$$U_A = CAV.q + BANV.(1 - q) \quad (4-16)$$

De forma similar, la utilidad de no ser agresivo se ilustra en la fórmula (4-17).

$$U_{NA} = BNAV.q + CNANV(1 - q) \quad (4-17)$$

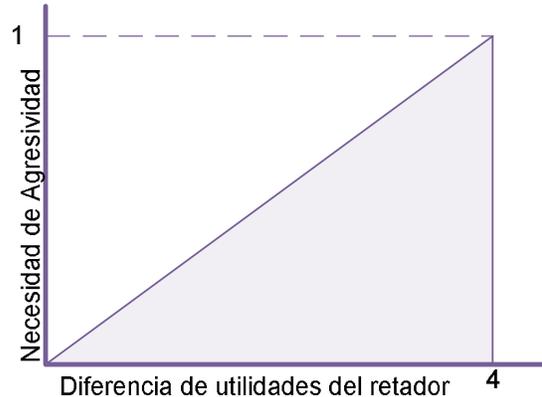
La diferencia entre dichas utilidades determinará en qué medida deberá aplicar esfuerzos en la estrategia de ser agresivo (Ecuación (4-18)).

$$\text{Diferencia\_de\_utilidad\_del\_retador} = U_A - U_{NA} \quad (4-18)$$

La forma en que está expresada la diferencia indica que a mayor su valor, mayor utilidad de ser agresivo se percibe respecto de no serlo. Esto determinará una mayor necesidad de esfuerzos a destinar a dicha estrategia. Por el contrario, a menor la diferencia, menor utilidad diferencial percibida entre ser agresivo y no serlo y, por lo tanto, menores serán los esfuerzos destinados a seguir esta última estrategia.

El mismo sistema de variables es desarrollado en contrapartida para el jugador líder del mercado.

A modo de simplificación, se supone existe que una relación lineal entre la diferencia de utilidades de cada jugador y la necesidad de esfuerzos destinados a cada una de las estrategias. A modo de ejemplo, se muestra la relación entre la diferencia de utilidades del retador y la necesidad de ser agresivo (Figura 4-17).

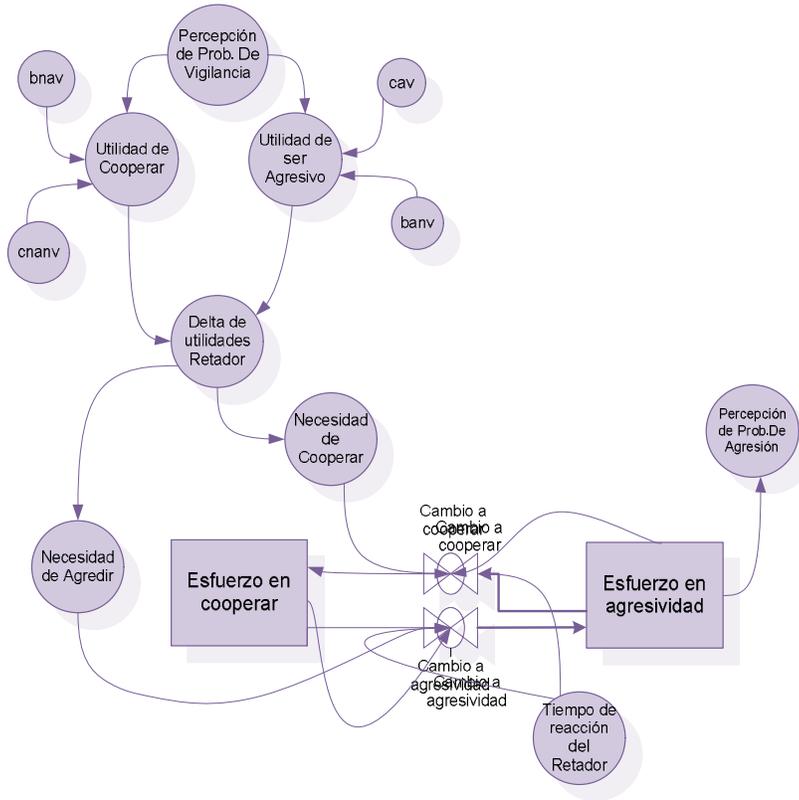


**Figura 4-17. Gráfico diferencia de utilidad vs necesidad de agresividad**

En el gráfico se puede ver que, como se mencionó, una mayor diferencia se traduce en una mayor necesidad de agresividad. En adición, es preciso destacar que estas dos cantidades son adimensionales.

La forma en que esta necesidad de aplicar una estrategia afecta a los stocks es mediante su incidencia en los flujos. Por ejemplo, la necesidad de agresividad afectará a los esfuerzos dedicados a no ser agresivos. Es decir, es una medida en que los esfuerzos de no agresividad migrarán a esfuerzos de agresividad.

Para terminar de definir los flujos es necesario remontarse al diagrama de lazos. En su momento, se indicó que existía una demora entre la percepción de la necesidad de aplicar una estrategia y su aplicación. Esta demora incide sobre los flujos terminando de definir a qué tasa variarán los stocks.



**Figura 4-18. Dinamicización de la matriz de pago**

La Figura 4-18 resume lo hasta aquí explicado. Como se puede apreciar, las utilidades son función de los pagos de la matriz. A partir de las mismas se define una diferencia de utilidades, la cual tiene directa incidencia sobre la necesidad. Esta última tiene incidencia sobre cada uno de los flujos, como así también lo tiene el tiempo de reacción de cada jugador y los esfuerzos que tengan dedicados a cada estrategia en un momento dado.

Lo enunciado con respecto a los flujos puede ser expresado en forma analítica (Ecuación (4-19)), donde la unidad de medición del “Esfuerzo” se definió conceptualmente como “Unidades de Esfuerzo” (ue) y el tiempo de reacción en días. Esto da como resultado que la tasa de cambio tenga como unidades ue/día.

$$\text{Cambio}_a_{\text{agresividad}} = \frac{\text{Esfuerzo}_{\text{en Cooperar}} \cdot \text{Necesidad}_{\text{de Agredir}}}{\text{Tiempo}_{\text{de reacción del Retador}}} \quad (4-19)$$

El modelo final para la toma de decisión llevada al diagrama de Stocks y flujos resulta en la Figura 4-19.

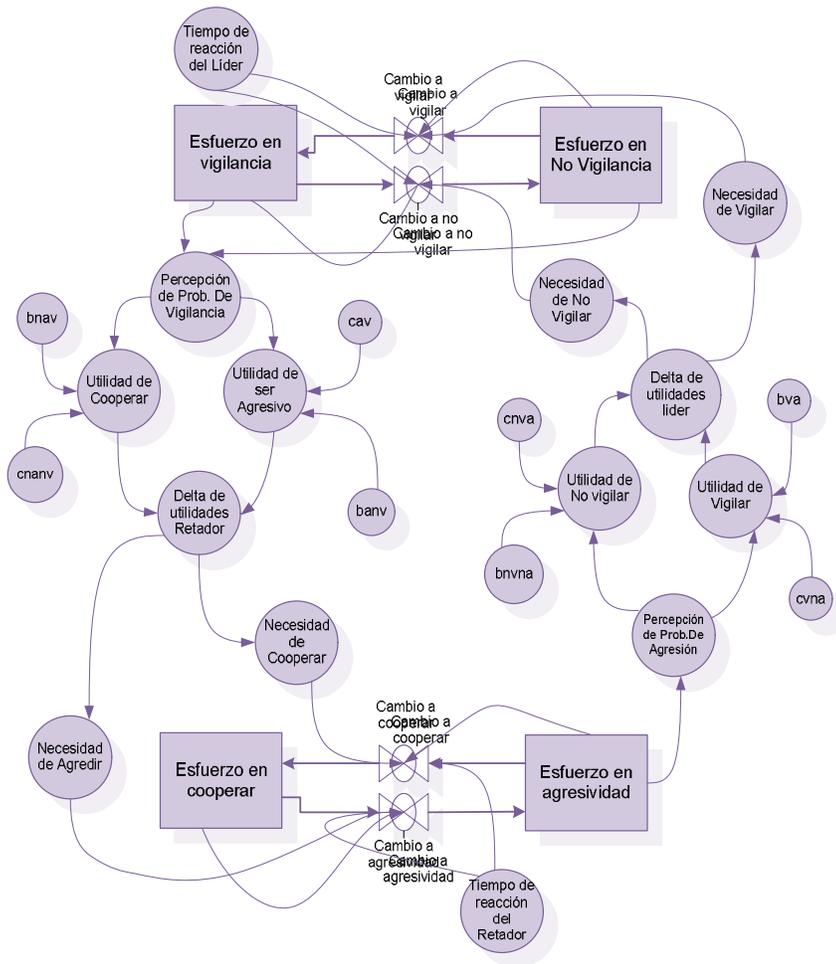


Figura 4-19. Digrama de Stocks y Flujos de la toma de decisión

Como se puede ver, las componentes de la matriz de pago no se encuentran afectadas por ninguna variable. De hecho, si se corriera el modelo en esta instancia

de elaboración se obtendrían valores de equilibrio de las probabilidades iguales a aquellos encontrados analíticamente.

Este modelo base sirve de puntapié inicial para conformar el modelo buscado y poder, como fin último, encontrar el efecto que tienen todas las variables en cuestión sobre el market share del retador.

### 4.3.2 Submodelo: Interacción de los jugadores con el mercado

#### 4.3.2.1 Market Share del retador

Siguiendo el diagrama de lazos, el paso siguiente de este modelo es el de vincular la estrategia seleccionada con los gastos de marketing correspondientes. La manera de hacer esto, es vinculando las probabilidades obtenidas en el submodelo anterior con la variable gastos. Estos, a su vez, estarán relacionados con el market share del retador, y este, con las ventas.

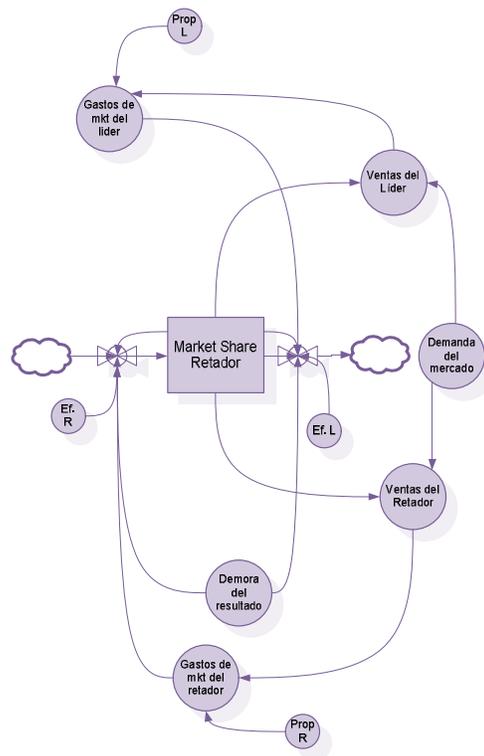


Figura 4-20. Vínculo entre los gastos de marketing y el market share

Se puede observar en la imagen (Figura 4-20) que los gastos de marketing del retador tienen incidencia sobre el flujo de entrada del market share del retador, mientras que los gastos de marketing del líder afectan el flujo de salida. Esto parte de la lógica comentada con anterioridad, donde la inversión en marketing de un jugador aumenta su market share, y en igual medida disminuye el del su competidor.

Una cuestión importante a determinar es el modo en que las inversiones de marketing afectan el market share. A tal efecto, existen trabajos que proponen el uso del modelo de Lanchester para representar las variaciones de market share como función de los gastos de marketing [Chintagunta, P. Vilcassim, N. 1992] [Fruchter, G. 1999].

El modelo propone que la variación de la porción de mercado de un competidor en un duopolio es el resultado de la expresión (4-20), donde  $M_R$  es el market share del retador,  $GM_R$  son los gastos de marketing del retador,  $GM_L$  los gastos de marketing del líder y las constantes  $k_R$  y  $k_L$ , son la medida de efectividad de los esfuerzo de marketing de cada competidor respectivamente.

$$\frac{dM_R}{dt} = (1 - M_R)\sqrt{GM_R k_R} - M_R\sqrt{GM_L k_L} \quad (4-20)$$

El atractivo de esta ecuación es que captura directamente la dinámica del cambio del market share, como consecuencia directa de los niveles de inversión en marketing propios y del competidor. Además, existe considerable evidencia empírica que demuestra que existen retornos decrecientes en marketing [Hanssen, 1990], y la raíz cuadrada de la ecuación (4-20) permite capturar dicho efecto. Los parámetros  $k$  habilitan diferentes rendimientos del dinero producto de las diferencias entre los dos rivales en relación a medios, calidad de producto y otras características del mercado. Un supuesto que se toma es que estos parámetros permanecen constantes en el tiempo [Chintagunta, P. Vilcassim, N. 1992].

Para poder extrapolar este modelo al diagrama de stocks en conformación es necesario desglosar la expresión (4-20). El primer término es el que generará un aumento del market share, y se corresponderá, entonces, con el flujo de ingreso al stock. Por el contrario, el segundo término expresa una disminución en el stock, y como tal, se corresponderá con el flujo de salida.

También es importante definir en qué diferencial de tiempo ocurren los cambios. En los lazos que representan este modelo se esquematizó que existe una demora entre que se realiza una inversión de marketing, y el efecto de dicha inversión sobre el market share. La definición de esta variable es lo último que se precisa para definir las tasas de cambio del stock “Market share del retador”.

Como resultado se tiene entonces las fórmulas (4-21) y (4-22).

$$\text{Aumento\_de\_MS} = \frac{\sqrt{\text{Eficiencia\_del\_retador} \cdot \text{Gastos\_de\_mkt\_retador} \cdot (1 - \text{MS})}}{\text{Demora\_de\_los\_resultados}} \quad (4-21)$$

$$\text{Disminución\_de\_MS} = \frac{\sqrt{\text{Eficiencia\_del\_líder} \cdot \text{Gastos\_de\_mkt\_líder} \cdot \text{MS}}}{\text{Demora\_de\_los\_resultados}} \quad (4-22)$$

#### 4.3.2.2 Gastos de Marketing

La variable venta será, en cada caso, el producto del market share de cada competidor por la demanda, y tendrá efecto sobre los gastos de marketing. Aquí es donde se evidencian los lazos reforzadores mencionados, en los que un incremento de las ventas produce un incremento de los gastos. Se partió del supuesto que la relación entre variables es lineal y se definió a tal efecto un parámetro que representa la medida en que una variable afecta a la otra. Lo anterior expuesto es equivalente a decir, que los gastos de marketing de un ejercicio dado serán un porcentaje de las ventas del ejercicio anterior, lo que en la práctica es bastante común. A modo de simplificar el modelo, se asumió que dichos parámetros son constantes en el tiempo para cada competidor.

Por otra parte, es preciso recordar que lo que se intenta es ver la incidencia de las estrategias sobre el market share, y que la forma de vínculo entre dichas variables es a través de los gastos de marketing. Para plasmar esto en el modelo, se asume que dichos gastos se verán incrementados de forma proporcional a la probabilidad de adoptar las estrategias de agresividad y vigilancia, según corresponda. Si se lo expresa de forma analítica se obtiene la ecuación (4-23).

$$\text{Gastos\_de\_Marketing} = \text{Ventas} \cdot \text{Pr op\_de\_Ventas} \cdot (1 + \text{Probabilidad\_de\_agresión}) \quad (4-23)$$

#### 4.3.2.3 Retroalimentación del submodelo estratégico

Esta ecuación (4-23) muestra como el modelo de la toma de decisión alimenta a aquel de las variables de mercado. Es necesario, ahora, diagramar la retroalimentación del modelo de mercado sobre el de la toma de decisión.

La manera de hacer esto es a través de los pagos de cada jugador. El primer efecto a modelar es el efecto de una reducción en la utilidad de ser agresivo del retador como consecuencia de la vigilancia del líder.

Esto puede hacer relacionando el costo de ser agresivo cuando el líder vigila (CAV) con la probabilidad de que el líder decida vigilar. Una propuesta es el de adicionarle al costo definido como fijo, un termino que incluya dicha probabilidad. Expresado de forma matemática en la ecuación (4-24).

$$CAV = 1 + \text{probabilidad\_de\_vigilancia} \cdot (-5) \quad (4-24)$$

Al valor que se tomó para afectar a la probabilidad se lo determinó de forma experimental, y de forma tal de obtener un costo máximo equivalente al beneficio máximo, dado que la probabilidad de vigilancia únicamente puede variar entre 0 y 1.

Otro efecto a simular es aquello que se representó en su momento en el lazo 4. Dicho lazo muestra que en la medida que el market share se aleje del valor deseado, el retador de mercado será más agresivo.

La forma de llevar esto al diagrama es mediante la inclusión de dos variables: Market share deseado y Brecha. La última variable será el resultado de la diferencia entre el market share real y el deseado. Para mostrar su incidencia sobre el accionar del retador, nuevamente se apela a afectar a los pagos de la matriz. En este caso, se debe afectar la utilidad de ser agresivo, dado que se busca modelar que, a mayor distancia del objetivo, mayor será la necesidad de ser agresivo. Si la utilidad de ser agresivo aumenta, también lo hará la diferencia y por lo tanto la necesidad de ser agresivo. Con esta última aumentarán los esfuerzos dedicados a estrategias agresivas, y con estos últimos la probabilidad de ser agresivo.

La expresión (4-25) permite agregar este efecto al modelo.

$$BANV = 4 + \alpha \cdot BRECHA \quad (4-25)$$

La constante  $\alpha$  que afecte la brecha deberá determinarse de forma experimental y dependerá en medida del market share inicial y el market share deseado. Es decir, la constante es función de los valores de los parámetros. Esto se debe a que se desea que los valores de la matriz permanezcan dentro de un rango acotado de variación, para evitar comportamientos extremos.

La última retroalimentación a incluir en el sistema, es aquella representada en el primer lazo. En la medida en que el market share aumenta, el líder percibirá los cambios, y actuará de forma tal de evitar futuros ataques del retador. Una manera efectiva de hacerlo es incrementando la utilidad del líder de vigilar en la medida que el market share del retador se aleje de su estado inicial. Esto último se debe a que a mayor terreno gane el retador, mayor amenaza percibirá el líder. En particular, la variable directa a afectar es el beneficio de vigilar cuando el retador es agresivo (BVA). Lo anterior se puede apreciar expresado de forma analítica en la fórmula (4-26).

$$BVA = 4 + \beta \frac{(Ms - Ms_{inicial})}{Ms_{inicial}} \quad (4-26)$$

Aquí es necesario hacer nuevamente la salvedad que la constante  $\beta$  involucrada dependerá en medida de las condiciones iniciales del problema.

### 4.3.3 Modelo integral

Con esto último se concluye el modelo, el resultado se observa en la Figura 4-21.





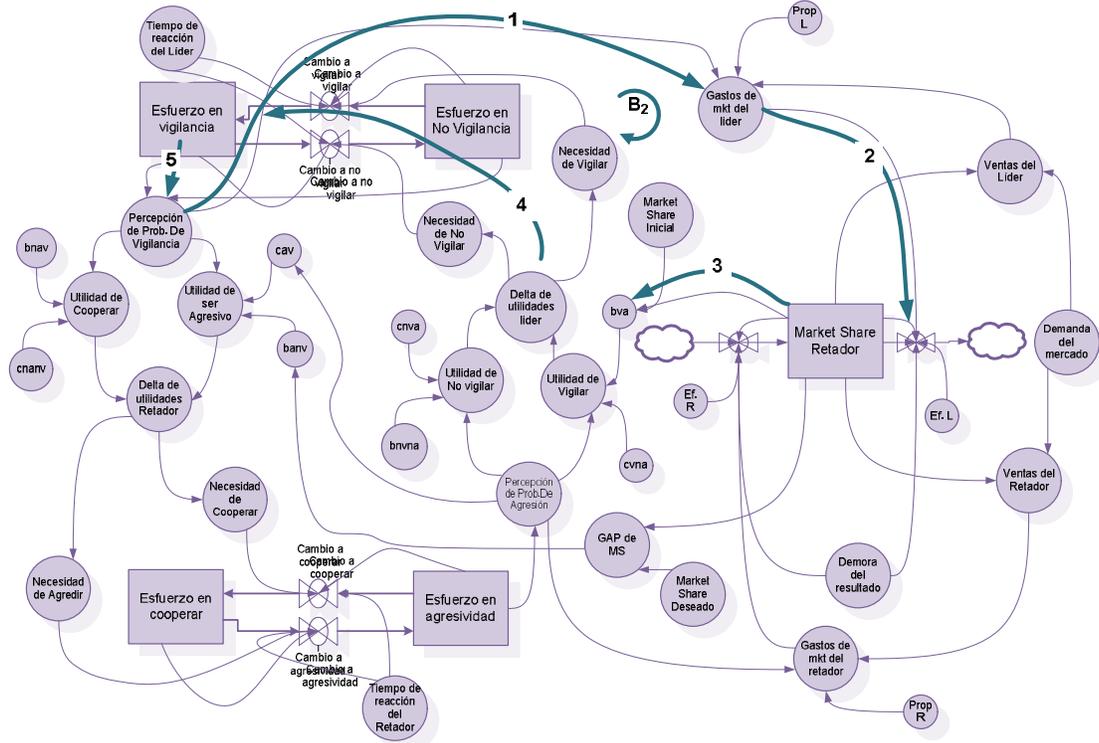


Figura 4-23. Lazo 2 en el diagrama de stocks y flujos.

#### 4.3.4.3 Lazo 3: Incentivo para la agresividad

El lazo 3 también se encuentra plasmado en el diagrama. Esto se puede verificar en la Figura 4-24.

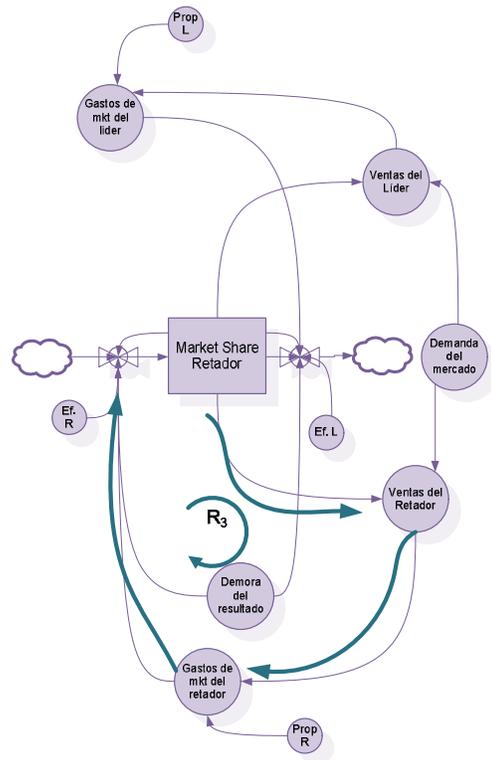


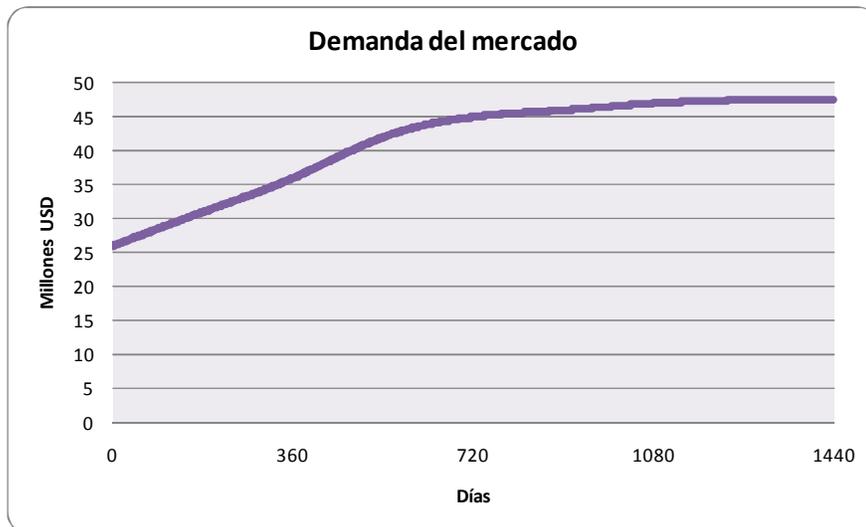
Figura 4-24. Lazo 3 en diagrama de stocks y flujos

#### 4.3.4.4 Lazo 4: En busca del valor deseado

En este caso también se puede verificar la existencia de la relación causal en el diagrama de stocks y flujos. Si se sigue la secuencia de flechas de la Figura 4-25, se obtiene el lazo causal 4.



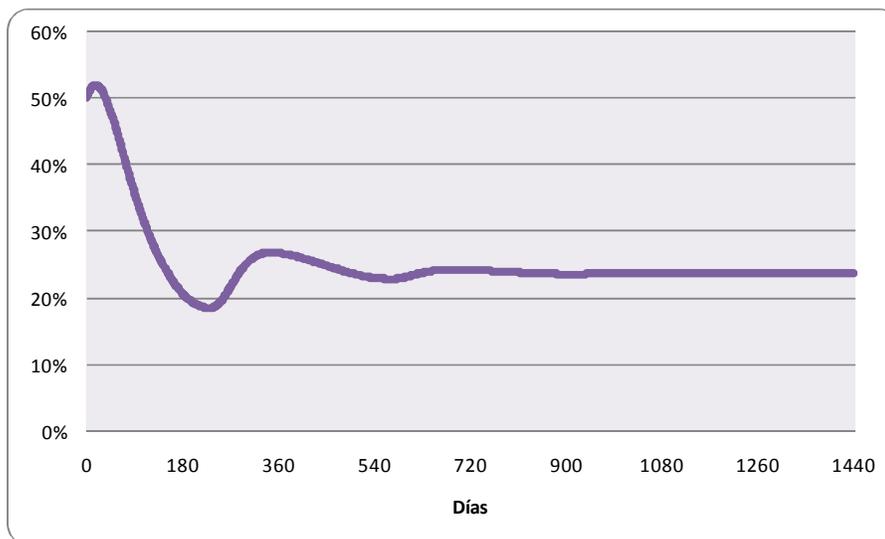




**Figura 4-27. Demanda en simulación piloto**

Luego de determinados los valores de los parámetros se prosigue a simular el modelo por un período de 4 años. Terminada la simulación, se utilizan los datos recopilados para graficar las series de las variables más relevantes.

A continuación (Figura 4-28) se puede observar el resultado de graficar el nivel de agresividad del segundo de mercado.

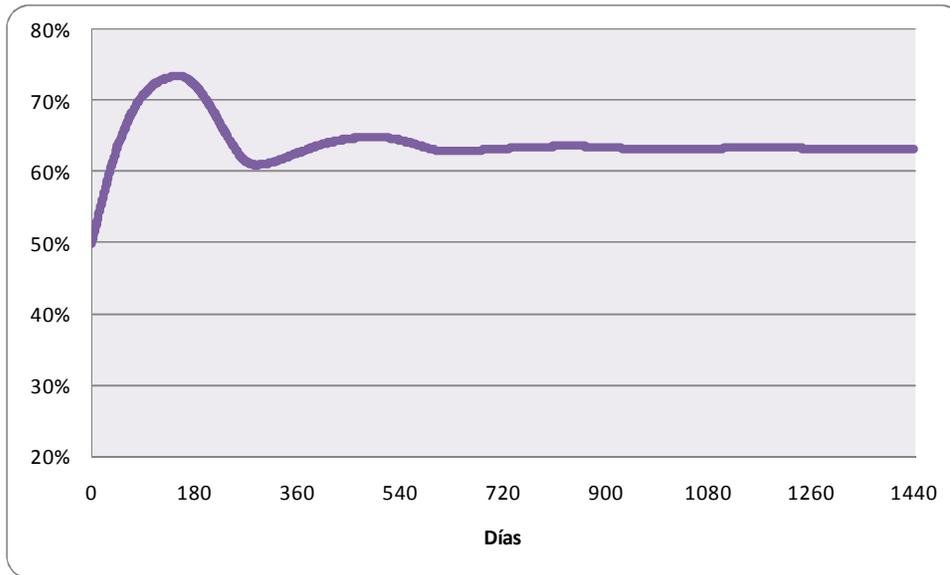


**Figura 4-28. Agresividad del retador en simulación piloto.**

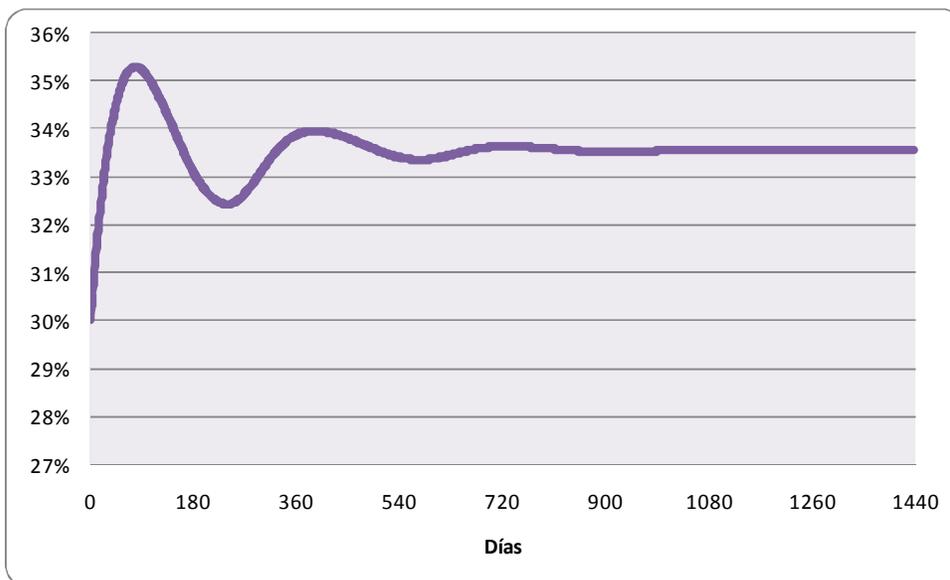
Si se compara el modo de referencia (Figura 4-1) con la Figura 4-28, se puede apreciar que las formas de las series se asemejan: Primero se observa un pico y luego se aproxima a un equilibrio de forma oscilatoria.

La misma similitud se puede observar para la serie de “Nivel de vigilancia” (Figura 4-2). En la Figura 4-29 se puede ver el resultado de la simulación para la variable en cuestión. Si se compara dicho resultado con el de la figura correspondiente al modo de referencia, uno se encuentra con semejanzas en el comportamiento. Inicialmente se distingue un incremento, seguido de una serie de picos de menor magnitud y, finalmente, la estabilización del comportamiento.

Por último, la Figura 4-30 muestra el resultado obtenido para la variable “Market Share”. Nuevamente se corrobora que el comportamiento se asemeja al estimado en los modos de referencia (Figura 4-3). Se puede ver inicialmente un crecimiento exponencial negativo y, luego, una serie de oscilaciones hasta alcanzar el equilibrio.



**Figura 4-29. Nivel de vigilancia en simulación piloto.**



**Figura 4-30. Market share del retador en simulación piloto.**



## 5 IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

### 5.1 *Aplicación del modelo al caso de estudio*

Para poder aplicar el modelo al caso es preciso procesar la información que el mismo necesita para funcionar. Los parámetros que precisa el modelo son los siguientes:

1. Demanda del mercado (Ventas totales)
2. Market Share inicial del retador (Pepsi)
3. Market Share deseado por el retador
4. Proporción de ventas del líder (Coca-Cola) asignada a Gastos de Marketing
5. Proporción de ventas del retador asignada a Gastos de Marketing
6. Nivel de vigilancia inicial de líder
7. Agresividad inicial del retador
8. Efectividad del marketing del líder
9. Efectividad del marketing del retador
10. Tiempo de reacción del líder
11. Tiempo de reacción del retador
12. Demora del mercado
13. Ajustes de los pagos de la matriz

### 5.1.1 Demanda del mercado

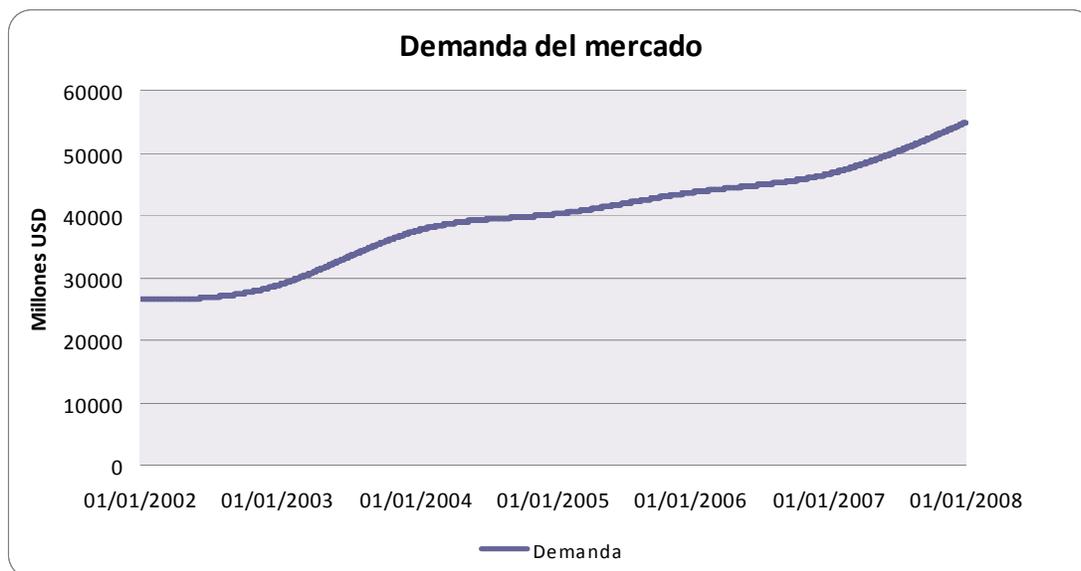
Por como ha sido definido el modelo, la demanda del mercado no es más que las ventas totales de ambas empresas. Esto se ha hecho para evitar estructurar por un lado la demanda como cantidad de producto demandado en el tiempo, y el precio por el otro. Esta forma de configurar el parámetro permite independizarse de cuestiones tales como el precio particular de cada uno de los productos ofrecidos y la demanda en volumen de cada uno de los mismos. Dicha complicación no sirve a los propósitos del modelo, es decir, no agrega un valor apreciable. En este caso en particular se dio más peso a la simplicidad del modelo.

Dicho esto, a continuación (Tabla 5-1) se presenta las ventas totales de ambas empresas en el período 2001-2007. Los valores fueron obtenidos de los estados de resultados anuales (“Annual Reports”) de ambas empresas, los cuales se encuentran a disposición del público. Dado que Pepsi Co, es una empresa que también comercializa otros tipos de productos, tales como snacks, se tomó como dato los ingresos en la unidad de negocios de bebidas.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>VENTAS TOTALES</b> (Millones USD)	26,445	28,800	37,455	40,137	43,626	46,612	54,885

**Tabla 5-1. Ventas Totales Coca-Cola y Pepsi**

En la Figura 5-1 se puede observar la tendencia de las mismas.



**Figura 5-1. Evolución de la demanda**

Otro punto a remarcar es que dentro de los supuestos que se asumen en el modelo está el punto del ciclo de vida del producto en el que se está situado. Si no se hace está aclaración se podría argumentar que la inversión de marketing de ambos competidores incrementan el volumen total de demanda, y que dicha vinculación es inexistente en el modelo. Esto es en parte cierto, pero existe una razón para dicha simplificación: La realidad es que el producto en cuestión ya ha alcanzado su madurez. Esto significa que grandes incrementos en la demanda total no son esperables.

Esto último se condice con las condiciones planteadas inicialmente para el problema. Esto no descarta que sea posible aplicar el modelo para productos en crecimiento, para hacerlo es necesario agregar los lazos necesarios para generar la relación faltante entre variables. También sería preciso considera otros asuntos, pero ello será discutido posteriormente.

### **5.1.2 Market Share inicial del retador**

La estimación del market share resulta de obtener que proporción tiene cada competidor del total de las ventas. Claro está, los valores obtenidos no serán congruentes con aquellos reportados en otras fuentes, por ejemplo, el artículo de

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

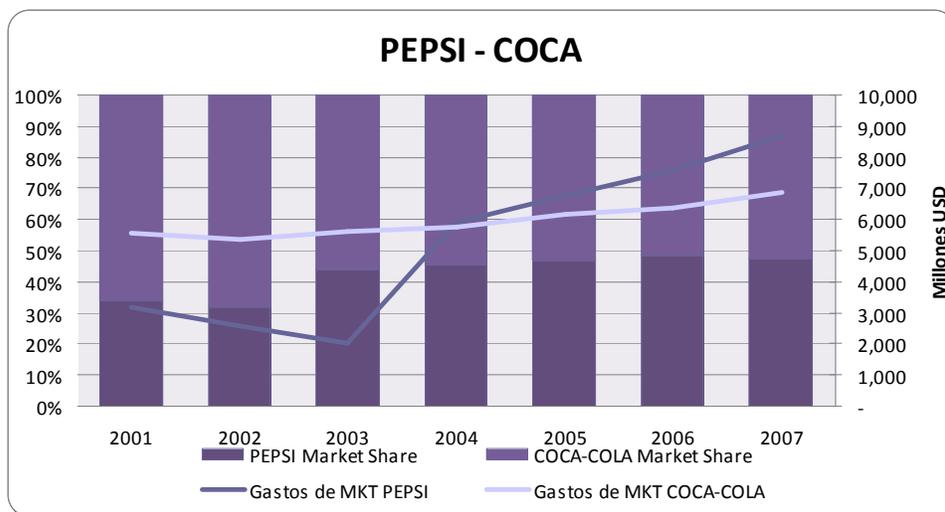
diario citado anteriormente. Esto se debe a que, en lo que al modelo respecta, se está trabajando en el universo de estos dos competidores. Es decir, que se está obviando la participación de otros competidores. Esto se hace por dos simples razones: Primero porque se considera que el poder de modificar el mercado que tienen estos agentes no es considerable. Segundo porque interfiere con el propósito del modelo, el cual es estudiar la interacción entre dos competidores con participación mayoritaria.

En la Tabla 5-2, se presenta la participación de mercado de cada marca en el mismo lapso de tiempo.

MARKET SHARE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
PEPSICO	34%	32%	44%	45%	47%	48%	47%
COCA-COLA	66%	68%	56%	55%	53%	52%	53%

**Tabla 5-2. Evolución de Market Share**

Como se puede apreciar, llegando al final del año 2007, ambos competidores tienen participaciones igualitarias del mercado (del volumen que corresponde al universo Coca-Cola – Pepsi). La tabla permite definir que el market share inicial del retador es del 34%. En el gráfico de la Figura 5-2 se puede observar la evolución del market share, en conjunto con los gastos de marketing de cada competidor.



**Figura 5-2. Evolución Market Share - Gastos de marketing**

### 5.1.3 Market Share Deseado

Este un parámetro complejo de estimar. El market share deseado por el retador es un objetivo interno de la empresa muy difícil conocer, al menos que se esté en la cúspide directiva de la misma. En adición es información que probablemente nazca del anhelo y expectativas de la empresa, y no de un soporte del tipo estadístico.

Por falta de datos precisos, se asume que el valor del mismo es del 60%. El valor se tomó con la intención de mostrar que el objetivo de la empresa es ser el primero del mercado por un margen considerable. En adición, es cercano al valor inicial de market share de Coca-Cola, con lo cual esta magnitud hace entender que lo que Pepsi persigue es tener la porción de su competidor.

Con la intención de validar este valor con alguien cercano al problema, se consultó a Francisco Massa<sup>3</sup>. A su parecer, en el caso particular de Coca-Cola y Pepsi, se evidencia una clara búsqueda de cada competidor por ser el primero en la mayor cantidad de mercados locales. Bajo esta idea uno podría argumentar que lo que se quiere es el 100% del mercado. Sin embargo, ambas compañías saben que eliminar completamente al oponente no es factible. Sugerir que lo que busca el segundo del mercado es lograr, en principio, llegar a ser líder es más que razonable.

De todas formas, el impacto de estimar cualitativamente este parámetro será estudiado en su correspondiente validación.

### 5.1.4 Proporción de ventas en inversión de marketing

Antes de avanzar sobre el cálculo de la proporción de ingresos que se destinan a gastos de marketing, vale aclarar qué incluye el concepto “Gastos de Marketing”.

---

<sup>3</sup> Francisco Massa trabaja en el área de Planeamiento de la Cadena de Suministros de Aguas Danone de Argentina S.A., una empresa que comercializa bebidas tales como aguas saborizadas y agua mineral (Aguas Ser® y Agua Villavicencio ®), entre otras. Entre sus funciones se encuentra el de proyectar las ventas de cada mes.

Esta variable engloba varios factores: publicidades en los medios de comunicación, gastos por reducción de precios, incentivos a clientes (mayoristas y minoristas), promociones, acciones sobre los canales de distribución, campañas y demás acciones de marketing que impliquen un desembolso de dinero. Todos estos factores pueden traducirse en una unidad común que es el dinero.

Para obtener los valores de los gastos de marketing de cada competidor se consultó nuevamente los reportes anuales publicados para los accionistas. Nuevamente en el caso de Pepsi Co se tomó la precaución de incluir únicamente aquellos pertenecientes al rubro de bebidas.

Los conceptos que fueron incluidos fueron los gastos de publicidad y demás incentivos a clientes, los cuales incluyen reducciones de precios. Estos últimos pueden ser obtenidos de la descripción de los reportes dado que no aparecen como un concepto (se restan directamente del concepto “Ventas”).

Claro está que podrían llegar a existir otras acciones que no se puedan evidenciar en estos conceptos, como por ejemplo, compra de activos. Esto podría llegar a generar diferencias entre los valores generados en el modelo y los datos reales. Sin embargo, esto será analizado al estudiar los resultados del modelo.

Los gastos de marketing recopilados fueron los indicados en la Tabla 5-3 para el período bajo análisis.

<b>GASTOS DE MARKETING</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
(Millones USD)							
PEPSI CO	3,165	2,586	2,008	5,901	6,744	7,564	8,704
COCA-COLA	5,570	5,375	5,605	5,765	6,175	6,357	6,874

**Tabla 5-3. Evolución de Gastos de Marketing**

Algo importante a destacar es que partir del año 2004, las inversiones de marketing de Coca-Cola son sistemáticamente menores a las de Pepsi, lo cual no se condice con su situación de primero del mercado. Esto, nuevamente, será analizado luego de obtener los resultados.

En base a esta información, y al de las ventas de cada competidor, se obtiene el valor del porcentaje que representan los gastos respecto de las ventas. Esto último puede encontrarse en el anexo.

Los valores promedios de esta magnitud fueron 27% para el caso de Coca-Cola y 28% para el caso de Pepsi. Estos son los valores a ingresar al modelo.

### 5.1.5 Estrategias iniciales de los competidores

Dada la índole de estas variables, no existe un método que permita cuantificar en forma exacta el valor de estas variables. Más aún al tratarse de una variable blanda, su estimación estará estrechamente sujeta a los modelos mentales del modelador.

Una forma práctica de obtener este dato es basándose en la estructura del modelo. En el mismo, la incidencia de la estrategia que adopten es sobre los gastos de marketing, y como estos últimos son conocidos, puede estimarse los valores iniciales de las probabilidades de agresividad y vigilancia.

Según el modelo propuesto, los gastos de marketing de cada competidor pueden ser expresados mediante la fórmula (5-1).

$$\text{Gastos\_de\_Marketing} = \text{Ventas.Pr op\_de\_Ventas.}(1 + \text{Pr obabilidad}) \quad (5-1)$$

Se tiene los siguientes datos iniciales: Ventas, Proporción de ventas y Gastos de Marketing. Resolviendo la ecuación, se obtiene un valor inicial de probabilidad la cual definirá los valores iniciales de: “Esfuerzo en agresividad”, “Esfuerzo en cooperar”, “Esfuerzo en vigilar” y “Esfuerzo en no vigilar”. Los valores adoptados se encuentran en el anexo.

### 5.1.6 Efectividad de Marketing

Los valores de efectividad de cada uno de los contrincantes son otros dos parámetros difíciles de estimar. Los mismos requieren un estudio extenso e incluso demandaría disociar la variable en todos sus factores constituyentes.

Existen trabajos que ya han abordado este tema. Particularmente, Chintagunta y Vilcassim (1992) desarrollaron la aplicación teórica del modelo de Lanchester sobre el caso discutido, Coca-Cola vs Pepsi. En la experimentación se obtiene a partir de valores históricos una estimación de estos valores. Por la falta de información disponible, se decide adoptar dichos valores.

Los autores proponen un valor de 0.0036 % / USD para la efectividad del marketing de Coca-Cola y, un 0.0032 % / USD para la efectividad de Pepsi. Así mismo, según los autores no se comete un error significativo si las magnitudes permanecen constantes en el tiempo.

### **5.1.7 Tiempo de reacción**

Por tiempo de reacción se entiende el lapso de tiempo que demora cada competidor en adoptar una u otra estrategia. Sobre este parámetro tampoco hay información disponible, sin embargo se tiene una estimación del rango en la que se puede encontrar.

Es razonable pensar que una empresa de este tamaño no puede tardar menos de un mes en accionar, al menos no de forma significativa, por cuestiones de índole burocrática. Así mismo, poco sensato es pensar que ante el riesgo de perder mercado la empresa tarde más de un par de meses en tomar algún tipo de acción.

Se estima, entonces un valor de 60 días para esta magnitud. Este valor, también fue validado con Francisco Massa. Según su opinión, es importante destacar que el parámetro de cuestión debe ser válido en la mayoría de los contextos, esto es, ser válido para la mayoría de las acciones de marketing a tomar. Por ejemplo, si la acción es reducir el precio, esto puede lograrse en tan sólo un mes. Sólo basta informar al mes siguiente una nueva lista de precios a los distribuidores del producto. Sin embargo, de tratarse de acciones como abrir nuevos canales de distribución o lanzar una importante promoción, un mes no es un valor lógico. Por lo tanto, el valor de 60 días es un buen promedio del abanico de posibilidades.

A su vez, se decide adoptar el mismo valor para ambas empresas. Esto tiene dos fundamentos: el primero es por cuestiones de simplicidad. El segundo es para evitar un impacto importante del parámetro sobre el modelo dado que si afecta de igual forma a cada agente, poco impacto tendrá sobre el comportamiento general.

Aquí el lector podría argumentar que si no tiene impacto sobre el modelo, entonces cuál es la razón de la existencia de este parámetro. Esto también tiene dos razones de ser. La primera razón es que sí tendría un impacto importante sobre el modelo de existir diferencias considerables entre cada empresa. La segunda razón es del tipo técnica: es necesario cuantificar las demoras.

En la validación del modelo se podrá apreciar qué impacto tiene esta variable sobre el resultado del modelo.

### **5.1.8 Demora del mercado**

La demora del mercado, como se ha explicado anteriormente, es el tiempo que tarde el mercado en mostrar cambios significativos en la tendencia de las variables. Este es otro de los parámetros a estimar de forma cualitativa.

Nuevamente aquí se sabe que esta variable afecta por igual a ambos flujos del stock "Market share del retador", con lo cual, como podrá comprobarse más adelante, su efecto no es significativo para el comportamiento de esta última variable. Sin embargo, si es necesario incluir este parámetro por las cuestiones técnicas enunciadas con anterioridad.

Se considera un período razonable de tiempo de un año para este parámetro. Uno de los fundamentos para este valor es que al inicio de cada ejercicio se definen nuevos objetivos, los cuales se persiguen a lo largo de ese tiempo, más allá que se adopten medidas no programadas. Por lo tanto, es adecuado medir el desempeño al finalizar el ejercicio.

En adición, utilizar períodos de tiempo más pequeños podría llegar a generar ruido. Las mediciones en períodos cortos pueden incluir efectos tales como la variación del stock del producto que tiene cada consumidor<sup>4</sup>. Por ejemplo, cuando uno va al supermercado, probablemente compre varias botellas a la vez, y luego, las vaya consumiendo paulatinamente. Si en el ínterin se toma la medición se podría llegar a pensar que hay menos ventas, sin embargo, se está consumiendo el producto de la

---

<sup>4</sup> Según Francisco Massa, este es un efecto que se analiza a la hora de entender las variaciones en el mercado.

marca en cuestión. Lo mismo sucede, en mayor escala, con el stock de los distribuidores (supermercados, mercados, mayoristas, etc).

Entonces, mediciones en plazos mayores son más estables. Y es por esto, que se considera que un año es un valor adecuado para el parámetro.

### **5.1.9 Ajustes de la matriz de pago**

Cuando se explicó la elaboración del modelo se comentó que algunos de los parámetros dentro de las ecuaciones de los pagos de la matriz eran función de los valores iniciales del modelo.

Entre ellos se encuentra la constante dentro de la fórmula que define “Beneficio del retador de ser agresivo cuando el líder no vigila”. La misma se puede observar a en la fórmula (4-25).

Lo que se busca es que cuando la Brecha sea máxima, el BANV será como máximo el doble que cuando la Brecha es cero, esto es, cuando se ha alcanzado la meta. El valor máximo que puede adoptar el pago es 8. La Brecha máxima es entre el valor inicial de market share y el market share deseado (suponiendo que no se pierde el total de la participación). Reemplazando los valores en la fórmula se puede obtener el valor de la constante. El valor adoptado puede encontrarse en el anexo de fórmulas.

Lo mismo debe ser aplicado para la constante dentro de la fórmula del pago “Beneficio del líder de vigilar cuando el retador es agresivo”. La fórmula de este pago corresponde a la (4-26)

Aquí debe aplicarse la misma lógica que para el parámetro anterior. El valor máximo que puede adoptar la diferencia entre market share y market share inicial es en el caso de que se obtenga el total del mercado. En es punto el beneficio de actuar del líder deber ser máximo también, es decir, 8. Reemplazando en la fórmula se llega al resultado.

La razón por la que se debe acotar los valores de la matriz es para que los costos y beneficios se mantengan dentro del mismo orden de magnitud, y permitan ser comparables. Es poco realista pensar que los valores se pueden disparar.

## 5.2 Resultado de la aplicación del modelo

Luego de correr el modelo, con los parámetros indicados anteriormente, se obtuvieron los resultados desarrollados a continuación.

### 5.2.1 Market Share del retador

En la Figura 5-3 se puede apreciar el resultado del modelo contrastado con los valores reales.

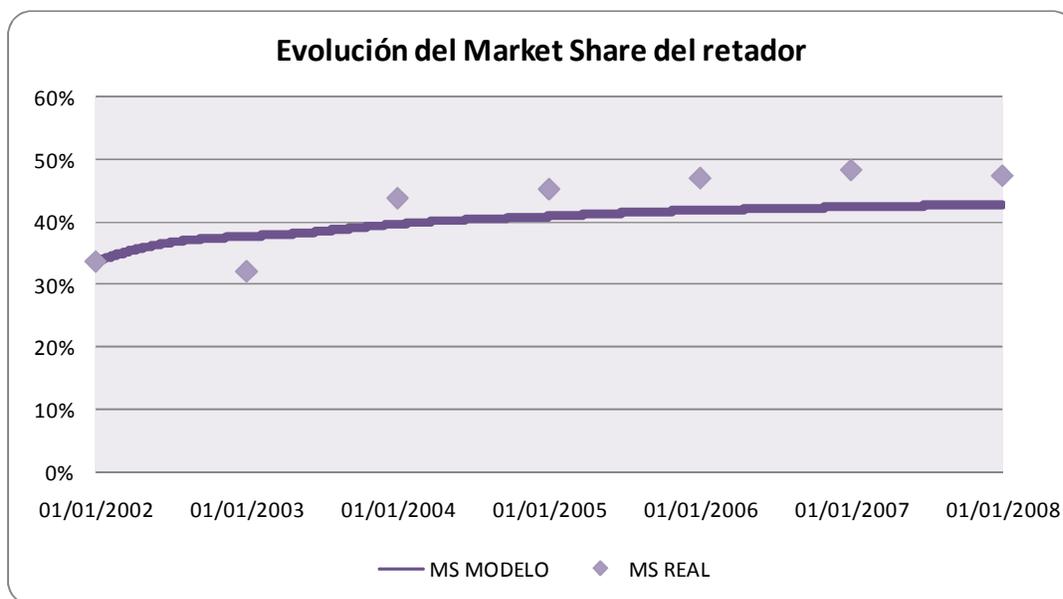


Figura 5-3. Evolución del market share según el modelo

Como se puede apreciar, si bien la coincidencia no es perfecta punto a punto, el comportamiento se asemeja al real. Es importante recordar, como se comentó al introducir este capítulo, que una concordancia en comportamiento tiene mayor peso cuando se trabaja con modelos de este tipo. A excepción de un punto, la tendencia real es superior a la del modelo.

### 5.2.2 Ventas de los competidores

Las ventas de cada competidor pueden observarse en las ilustraciones a continuación (Figura 5-4 y Figura 5-5).

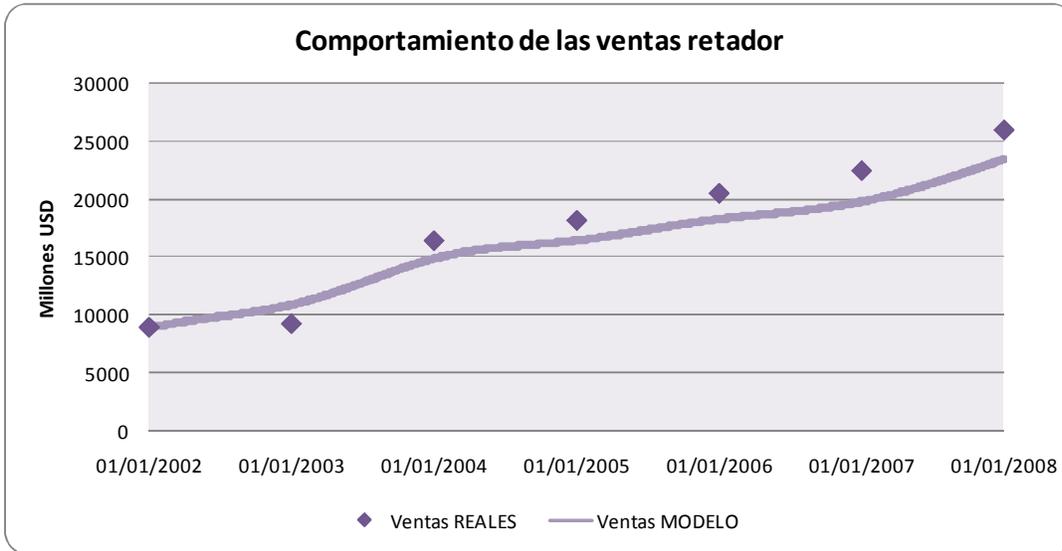


Figura 5-4. Ventas del retador

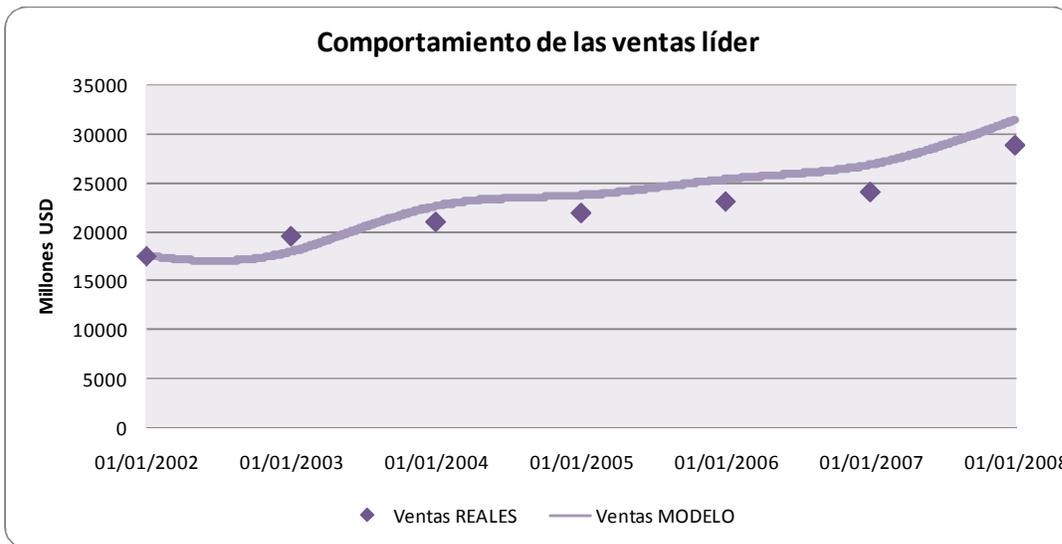


Figura 5-5. Ventas del líder

En ambos gráficos se puede corroborar una semejanza entre la forma de comportamiento del modelo y de la realidad. La falta de datos intermedios no permite confirmar si las inflexiones de la curva se corresponden con lo que realmente sucede en la realidad. Sin embargo, pareciera ser una buena aproximación.

### 5.2.3 Gastos de Marketing

Los resultados de la comparación de los gastos reales con aquellos generados con el modelo no son tan favorables (Figura 5-6 y Figura 5-7). La Figura 5-7 muestra para el caso de Coca-Cola que los datos reales son muy inferiores respecto a lo que genera la simulación.

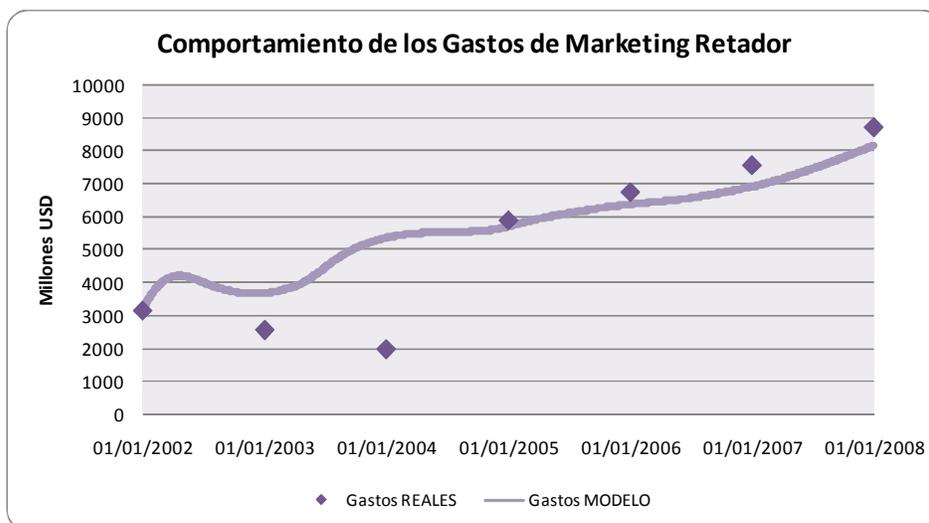


Figura 5-6. Evolución de los gastos de marketing del retador

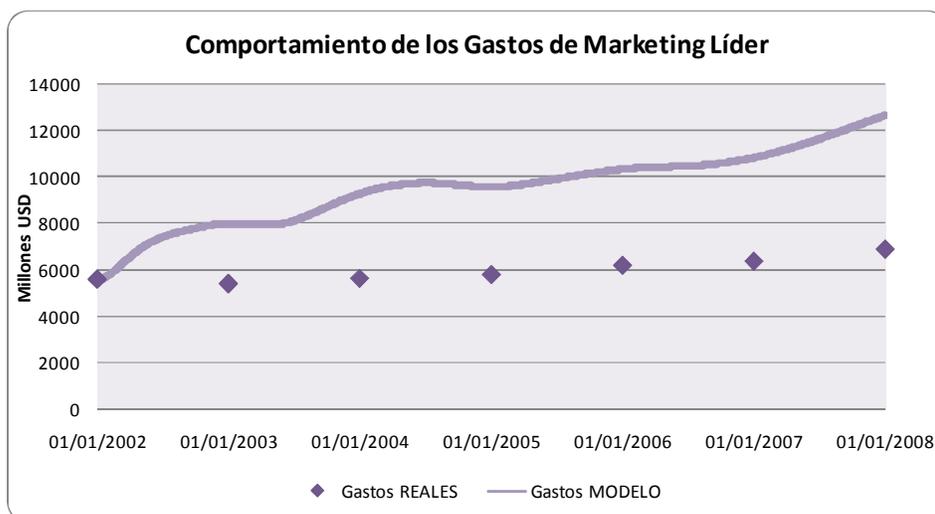


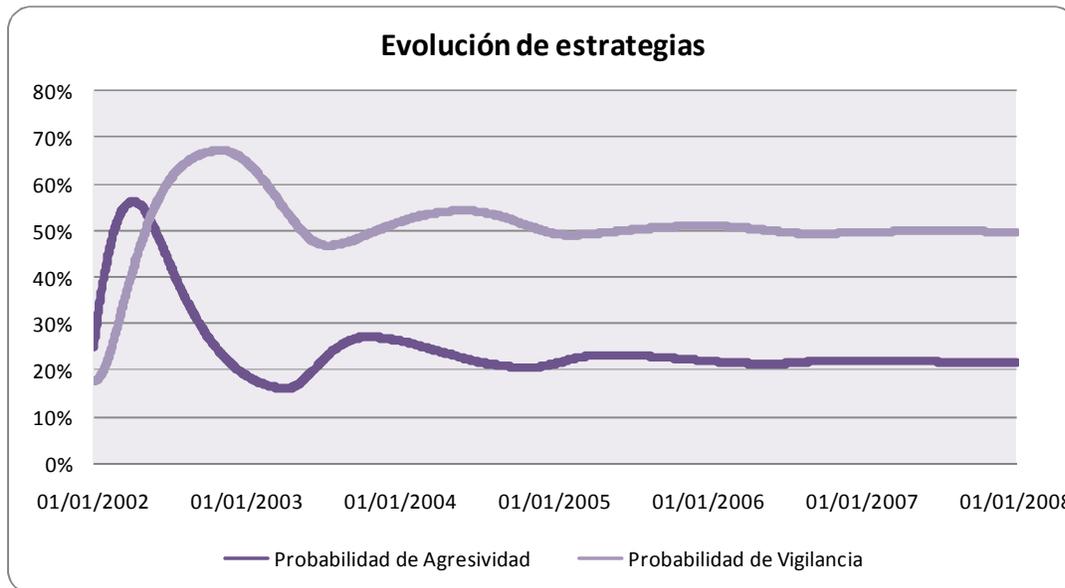
Figura 5-7. Evolución de gastos de marketing del líder

Los valores bajos de los gastos ya habían sido foco de atención al determinar los valores de los parámetros. Las razones para este fenómeno pueden ser varias, pero el hecho de que los gastos de Pepsi respeten la tendencia real, al menos hacia el final de la simulación, hacen pensar que el error se encuentra en los datos.

Al recopilar los datos se hizo hincapié en ciertos rubros de los estados de resultados. Probablemente, parte de los gastos fueron incorporados en otros conceptos que no su supo asociar a los gastos de marketing. Esto último tiene lógica si se piensa que exponer abiertamente sus gastos de marketing es revelar a la competencia las estrategias adoptadas.

### 5.2.4 Estrategias adoptadas

Por último el resultado más importante a analizar es el del comportamiento de las estrategias de ambas empresas. Esta es una variable que no es fácil de cuantificar. La Figura 5-8 permite apreciar el resultado obtenido.



**Figura 5-8. Evolución de estrategias adoptadas.**

Se puede observar en el gráfico que existe una respuesta de cada empresa al estímulo aportado por la otra. A su vez, se puede ver por la distancia entre picos, que existe una demora entre que se percibe la acción del contrincante, se decide actuar y finalmente se actúa. Va a notar el lector que este defasaje es mayor a los dos meses propuestos como tiempo de reacción. Es decir, que existen demoras como resultado con la interacción con el resto del modelo.

Lo interesante aquí es que, como se esperaba, eventualmente se llega a una especie de equilibrio. Por equilibrio aquí deber interpretarse "equilibrio dinámico", es decir que los flujos de entrada son iguales a los de salida, por lo que el nivel de los stocks se mantiene constante.



## 6 VALIDACIÓN

### 6.1 *Conceptos básicos*

#### 6.1.1 Validación en dinámica de sistemas

La validación del modelo es una parte muy importante, pero a la vez controversial del proceso. Por validación se entiende a la comparación del modelo con la realidad empírica con la intención de corroborar o refutar el modelo [Forrester, J. Senge, P. 1980]. Es decir, tanto la validez de su estructura interna como la validez de su comportamiento. Este proceso es necesario para desarrollar confianza sobre el modelo por parte del público usuario.

La validación de un modelo en cualquier disciplina tiene que incluir componentes semi-formales y subjetivos por varias razones usualmente discutidas en la literatura de dinámica de sistemas [Forrester, J. Senge, P. 1980] [Barlas, Y. 1989] [Barlas, Y. 1994]. Es imposible separar el concepto de validación del de propósito. Es decir, lo que realmente interesa saber es si el modelo es válido respecto del propósito para el cual se lo creó. Esto implica responder a la pregunta: ¿Es el modelo una fiel representación de la realidad con respecto al propósito de estudio? Esta pregunta probablemente lleve a indagarse si el propósito es el correcto. En síntesis, validar el modelo respecto del propósito, lleva a validar al propósito en sí. Es importante recordar que un modelo de dinámica de sistemas se enfoca en un problema, no en un sistema, y está diseñado para contestar un grupo acotado y bien definido de preguntas [Richardson, G. Pugh, A, 1981].

El proceso de validación, a su vez, dependerá del tipo de modelo. En los modelos que se caracterizan por ser meramente correlacionales, es decir sin relación causa-efecto entre variables, la validación no es más que verificar que los resultados del modelo coincidan con la realidad. Luego para testear cuan correcto es el modelo, se hará uso de ensayos estadísticos.

Por el contrario, si el modelo se caracteriza por la presencia de relaciones causa-efecto, la validación no sólo implicará una correspondencia con los valores reales, sino también una correspondencia con el comportamiento de las variables en la realidad [Barlas, Y. 1996]. Los ensayos estándares estadísticos no son adecuados para medir la corrección del comportamiento de un modelo por la existencia de

autocorrelación y multicolinealidad en las series de tiempo [Barlas, Y. 1989]. Esta característica de los modelos dinámicos hace que por lo general no pronostiquen bien valores individuales (pronóstico puntual), sino *patrones temporales* (pronóstico de patrones) [Forrester, J. Senge, P. 1980].

Este tipo de modelo es susceptible de rechazo en el caso que un crítico pueda demostrar que alguna relación existente en el modelo no es fiel a la realidad, aunque el resultado sea el mismo. Como argumenta Yaman Barlas: “El comportamiento correcto por las razones correctas”.

Se puede decir entonces que un modelo simboliza una *teoría* de cómo uno cree se comporta el sistema en la realidad. Esta idea del significado de un modelo hace a las diferentes creencias que se tiene sobre cuando es válido un modelo. Las escuelas tradicionales, como el positivismo y el racionalismo, ven un modelo como una representación objetiva de la realidad. Bajo este razonamiento, un modelo sólo puede ser correcto o incorrecto. Por el contrario, escuelas opuestas como el relativismo, holística y filosofías pragmáticas, ven un modelo como una de las tantas maneras de describir la realidad. Según Barlas: “Ninguna representación en particular es superior a otra en ningún sentido absoluto, sin embargo, alguno puede probar ser más efectiva. Ningún modelo puede declararse como absolutamente objetivo, dado que cada modelo acarrear la perspectiva del mundo que tiene el modelador. Los modelos no son ni verdaderos ni falsos, sino que pertenecen a un continuo de utilidad”.

La falta de metodología formal y cuantitativa que permita saber cuan acorde es el modelo ha sido históricamente razón de crítica hacia los modelos dinámicos. Sin embargo, son muchas los experimentos llevados a cabo por entendidos en el tema para demostrar que realmente los ensayos estadísticos conocidos hasta el momento son de poco uso al analizar modelos dinámicos. Mass y Senge (1978) analizaron específicamente la aplicación del test t-Student en un modelo de dinámica de sistemas. Agregando un 10% de error de medición a un modelo dinámico, corroboraron a través del test que el modelo no era bueno con respecto de los valores originales. Esto último es altamente contradictorio dado que para generar ambos conjuntos de datos se utilizó el mismo modelo. Esta es clara evidencia de lo inapropiado de la utilización de este tipo de ensayos.

Las razones principales que hacen esta imposibilidad de aplicar tests estadísticos a los sistemas dinámicos son, entonces tanto técnicas como filosóficas. Las razones técnicas que hacen que los procedimientos estándares de estadística no sean aplicables a dinámica de sistemas yacen en los supuestos establecidos por los mismos. La gran mayoría de los tests asumen que los datos son (i) Independientes (no autocorrelacionados), (ii) no correlacionados de forma cruzada, y (iii) normalmente distribuidos. Las primeras dos hipótesis casi nunca son verdaderas por la naturaleza propia de los modelos. Esto se debe a la existencia de ruido [Barlas, Y. 1989]. Las razones filosóficas yacen en la arbitrariedad con el que se fija el nivel de significancia. Esta forma binaria de rechazo-aceptación del modelo es muy contraria a las creencias de filosofías relativistas u holísticas, que argumentarían que dado que la validez de un modelo depende de su propósito, el nivel de significancia también debe ajustarse al contexto.

En conclusión, los test para validar un modelo de dinámica de sistemas deben tener dos cualidades: Ser apropiados y simples de utilizar e interpretar. En adición, los mismos deben ser independientes de la metodología utilizada para construir el modelo.

### **6.1.2 Proceso de validación**

El proceso de validación es configurado en dos grandes bloques: Validación estructural y validación de comportamiento [Barlas, 1989]. La validación estructural apunta a verificar si el modelo es una adecuada representación de la realidad. Por otro lado, los tests de validación de comportamiento intentan corroborar si el modelo logra reproducir el comportamiento real de forma aceptable.

#### **6.1.2.1 Validación estructural**

La validación estructural es una comparación directa de la estructura del modelo con el conocimiento disponible del sistema real. Esto comprende tomar cada una de las de las relaciones individuales, expresadas de forma matemática o lógica, y compararlas con el verdadero funcionamiento del sistema.

Jay Forrester y Peter Senge (1980), proponen una secuencia de pasos a seguir para completar la validación estructural del modelo:

### 1. Test de verificación de la estructura.

La verificación de estructura consiste en comparar directamente la estructura real con la modelada. Para pasar este test la estructura del modelo no debe contradecir la evidencia que se tiene de la estructura del sistema real.

Este paso también incluye la revisión de los supuestos del modelo. Es necesario comprobar los mismos se adecuen con el propósito del modelo.

### 2. Test de verificación de parámetros

En este paso se busca comparar si los parámetros del modelo se corresponden conceptual y numéricamente con conocimiento que se tiene del sistema real.

Si los parámetros cambian en el tiempo, los mismos deben ser tratados como variables asociadas a la estructura. En el caso de que el tiempo a simular no sea extenso se puede hacer la excepción y mantener este valor constante. Sin embargo, esto no es de ninguna manera aceptable para simulaciones que transcurren en un período prolongado de tiempo (con respecto al caso de estudio).

Lo expuesto con anterioridad hace que los pasos de verificación de estructura y verificación de parámetros estén relacionados y deban ser tratados de manera iterativa.

### 3. Test de condiciones extremas

El modelo debe ser capaz de reproducir los resultados observables en la realidad cuando funciona en valores extremos. Ajustar el modelo para que funciones bajo estas condiciones, suele mejorar el resultado apreciablemente en las zonas de operación normal. Ejemplos de condiciones extremas son, por ejemplo, si la demanda es cero, no pueden registrarse ventas.

Este test consiste en verificar que resultado se obtiene si se reemplaza en cada ecuación las variables por sus valores extremos. Si como consecuencia se obtienen valores contradictorios con la realidad, este paso del proceso no será completado de manera satisfactoria.

Este ensayo es importante por dos razones: Es muy útil para encontrar errores en el modelo, y permite, en instancias posteriores, probar políticas que permitan que el modelo no llegue a esos límites.

#### 4. Test de adecuación de los límites

Lo que se intenta responder en este paso es si el nivel de agregación del modelo es el que se corresponde con el propósito del modelo, y si este último contiene todas las estructuras relevantes.

En esta parte es importante dejar asentado bajo que criterios se decidió eliminar o incorporar las variables. Esto implicaría responder que variables se decidió afectar de forma interna (Endógenas), y qué variables se las dejó actuar de forma independiente al modelo (Exógenas).

Aquí es necesario hacer un compromiso entre precisión y complejidad. Un alcance lo suficientemente amplio permite capturar todas las influencias hacia las variables endógenas, y con esto reproducir un modelo aún más cercano a la realidad. Sin embargo, límites muy amplios pueden oscurecer las relaciones centrales entre la estructura y la dinámica en la misma proporción en que lo hace la complejidad del sistema real [Richardson, G. Pugh, A. 1981]

En esta etapa, es vital consultar con personas entendidas en los temas abarcados para obtener una crítica más objetiva del modelo.

#### 5. Test de consistencia dimensional

Este paso es una tanto obvio pero necesario: Consiste en un chequeo de las unidades que se obtienen como resultado en cada una de las ecuaciones y su correspondencia con la estructura del modelo. Esto implica que no existan constantes “bobas” que se utilicen con la única intención de obtener las unidades correctas.

### 6.1.2.2 Validación de comportamiento

Esta fase consiste de dos partes: La primera se compone de ensayos de comportamiento con orientación estructural (tests que permiten validar la estructura del modelo a través del comportamiento que genera) y, la segunda, de ensayos de predicción de patrones de comportamiento. Respecto de los primeros, Barlas (1989) ha demostrado que los test de sensibilidad de comportamiento, originalmente propuestos por Forrester y Senge (1980) como tests de validez de comportamiento, pueden detectar grandes errores estructurales, aún cuando el modelo puede generar patrones de comportamiento altamente precisos. Los segundos se atañen a determinar cuan bien reproduce el modelo los patrones observados en la vida real.

La validación de comportamiento únicamente puede ser llevada a cabo si se ha pasado de forma exitosa la validación estructural. Si no se tiene confianza en la estructura del modelo, poco sentido tiene corroborar su nivel de predicción. Esto se basa en el hecho que un sistema con errores estructurales puede llegar a reproducir de manera satisfactoria el comportamiento buscado únicamente a través del ajuste de parámetros, y no necesariamente porque efectivamente lo haga.

A continuación se encuentran brevemente explicados los pasos más relevantes sugeridos por Barlas, basándose en trabajos previo de Forrester y Senge.

#### 1. Test indirecto de condiciones extremas

Este paso consiste en asignar valores extremos a ciertos parámetros, y comparar el comportamiento observado respecto del real bajo las mismas condiciones.

Esto claro está, implicaría que en la realidad se hayan evidenciado esas condiciones extremas. De no ser así, el test no es posible de realizar.

Aquí es necesario remarcar, que el autor hacer referencia a este test como indirecto, en contraposición con el que se desarrolla en la fase de validación estructural, al cual cataloga de directo.

#### 2. Test de sensibilidad de comportamiento

Este paso consiste en determinar aquellos parámetros a los que el modelo es altamente sensible. Luego es preciso preguntarse si el modelo real presenta la misma sensibilidad hacia esos parámetros.

Encontrar un parámetro al que el modelo es susceptible, no necesariamente lo invalida [Forrester, J. Senge, P. 1980]. Aunque tenga un efecto sustancial sobre el comportamiento, las variaciones del mismo pueden responder bien hacia otros tests de validación de comportamiento. Es más, dicho parámetro deber ser tenido en cuenta cuando se desea analizar posibles soluciones.

### 3. Predicción del comportamiento modificado

Este paso puede ser realizado únicamente si existe información alguna de una versión modificada del sistema real. El test es aprobado en el caso de que al realizar las mismas modificaciones sobre el modelo, el mismo puede responder de igual forma que el sistema real.

### 4. Test de relación entre fases

Este ensayo utiliza la relación entre las fases de pares de variables (defasaje entre variables) dentro del modelo, obtenidas como resultados de la simulación. Si las relaciones contradicen aquellas estimadas u observadas en la realidad, entonces existe un error estructural en el modelo.

### 5. Turing test

En este ensayo, se convoca a un panel de expertos y se le muestran resultados del comportamiento tanto del sistema real como el del modelo, sin indicar cual es cual. Si los expertos no pueden percibir una diferencia apreciable, es decir, no pueden determinar cual es cual, entonces el test es aprobado, y se puede asegurar que el modelo es una buena representación de la realidad.

### 6. Tests de patrones de comportamiento

A diferencia de los ensayos anteriores, estos test no proveen información alguna sobre posibles fallas en la estructura del modelo. A pesar de ello, tienen la ventaja de

poder apoyarse sobre ensayos estadísticos para demostrar la bondad de ajuste entre comportamientos.

Barlas (1989) propone una serie de ensayos estadísticos a seguir para cuantificar la corrección de ajuste de los patrones del modelo respecto del sistema real. Los mismos deben ser seguidos en la secuencia enunciada a continuación:

- 6.1. Comparación y remoción de tendencia: Para ello se utilizan regresiones lineales.
- 6.2. Comparación de períodos a través de la función de autocorrelación: Se desarrolla una función de la correlación entre puntos de ambas serie de tiempo (real y simulada), y se las compara.
- 6.3. Detección de desfase entre variables a través de la función de correlación cruzada: Se correlaciona las dos series de tiempo para determinar su relación en distintos desfases de tiempo.
- 6.4. Comparación de las medias
- 6.5. Comparación de la amplitud de las variaciones
- 6.6. Indicador global de la diferencia de comportamiento: Se genera un indicador en base a los desvíos y medias de las series de tiempo.

El problema fundamental del procedimiento anterior es que es únicamente aplicable a cierto tipo de patrones de comportamiento.

Según Barlas (1996), existen dos tipos de patrones los cuales responden a dos tipos de ensayos diferentes. Por un lado están aquellos de patrones transitorios, no estacionarios, en los que es imposible aplicar mediciones estadísticas. Aquí el problema reside en comparar gráficos, y contrastar las formas de ambas series.

Por otro lado están aquellos patrones que presentan un estado estacionario a largo tiempo. Para ellos son aplicables los puntos enunciados con anterioridad. Esto se

debe a que, según el autor, el procedimiento no logra capturar ciertas características en cortos períodos de tiempo, los cuales suelen ser inestables y oscilatorios.

En adición, Barlas (1996) sugiere que la validación deber ser acorde al uso que se le dará al modelo. Para ello distingue dos tipos de modelos:

1. Modelos para el análisis de sistemas reales con la intención de mejorar patrones indeseables.
2. Modelar una teoría de comportamiento para evaluarla.

El primer modo de modelar es la mayor aplicación, mientras que es el segundo es del tipo de investigación teórica. La primera diferencia es que la predicción de patrones suele ser en general imposible o innecesario al probar teorías. El foco debe hacerse sobre la etapa de validación estructural y la de validación de comportamiento con orientación estructural. La segunda diferencia es que el objetivo final del primer tipo de modelo es el de encontrar políticas a aplicar para mejorar el comportamiento actual, mientras que el segundo se enfoca en la comprensión del sistema.

Al respecto, Aracil (1995) opina existen 3 tipos de modelos: “En algunos casos el modelo sirve para hacer predicciones. Es decir, alcanza un nivel de precisión tan elevado que nos permite emplearlo para predecir con exactitud qué valores tomarán algunas magnitudes en un instante de tiempo determinado del futuro.

Otras posibles utilizaciones de los modelos, especialmente cuando incorporan una cierta imprecisión, consiste en emplearlos no tanto para hacer predicciones concretas de valores numéricos precisos para determinadas magnitudes, sino para analizar las tendencias de evolución de esas magnitudes... Es este caso estamos más próximo a anticipar el comportamiento que a realizar predicciones.

Por último, el tercer uso posible de los modelos consiste en emplearlos como instrumentos para analizar los distintos modos de comportamiento que puede mostrar ese sistema. De acuerdo con este uso, los modelos no tratan de ayudarnos a anticipar el porvenir, sea en forma precisa o en forma más laxa, sino de suministrarnos elementos para una reflexión disciplinada sobre posibles modos de

desenvolverse el sistema que estamos estudiando. Ese uso se encuentra en la actualidad muy generalizado y consiste en emplearlos como bancos de prueba para el aprendizaje.”

Un factor importante a destacar es que cuando las variables están relacionadas con lo humano, alcanzar los niveles de precisión a los que se refiere Aracil (1995) en el primer tipo de modelo, es prácticamente imposible.

Por último, en adición a los ensayos anteriores, existen autores que proponen que una manera de incrementar la confianza sobre el modelo es la de corroborar que los resultados obtenidos se correspondan con aquellos estimados en los modos de referencia [Richardson, G. Pugh, A. 1981]. Esta comprobación ya se realizó para el modelo bajo análisis en la etapa de desarrollo del modelo, donde se verificó que los resultados se condicen con los comportamientos estimados en los modos de referencia. Es oportuno aclarar, que en dinámica de sistemas no se busca una coincidencia punto a punto con el modo de referencia, así como tampoco una herramienta de predicción.

## **6.2 Validación estructural**

### **6.2.1 Test de verificación de la estructura**

Validar la estructura del modelo es verificar si la misma es una representación adecuada de la realidad. Esto implica confirmar que la forma en que han sido relacionadas las variables, es decir las fórmulas utilizadas, tienen sentido en la realidad y no han sido asignadas únicamente por su buen ajuste a los datos.

En otras palabras, se busca corroborar que las relaciones sean casuales y no meramente correlacionales. En adición, esto debe hacerse manteniendo en mente el propósito del modelo.

#### **6.2.1.1 Relación Gastos de marketing – Market Share**

Las acciones de marketing tienen como objetivo llegar a más consumidores: se mejora la distribución para llegar a más bocas de ventas, se reduce el precio para ser más accesible para el consumidor y se realizan campañas publicitarias para lograr la inserción en la mente de cliente. Todo apunta a lograr un mayor alcance. Y, un mayor alcance implica un mayor market share. Es lógico pensar, entonces, que más allá de la correlación matemática que existe (ver anexo), existe una relación causal.

La relación entre la inversión de marketing y el market share alcanzado tiene un límite. Una inversión excesiva puede llegar a ser peligroso para las finanzas de la empresa e incluso puede no llegar a ser tan efectiva. Es decir que existen rendimientos decrecientes. Esto significa que la contribución marginal de cada dólar que se invierte será sucesivamente menor.

En su trabajo, Hanssen (1980) confirma que la mayoría de los modelos sobre variables de marketing revelan elasticidad positiva con respecto al market share, la cual es generalmente menor a la unidad. Esto último evidencia los rendimientos decrecientes. Además, menciona que existen diferencias entre el mix de variables de marketing, siendo el precio tradicionalmente la de más fuerte relación, seguido de la distribución y el producto, mientras que la publicidad es casi siempre la variable más débil.

Como se ha explicado en secciones previas, el modelo de Lanchester utilizado permite trasladar al ámbito matemático las cuestiones mencionadas. En principio muestra esta relación con rendimientos decrecientes entre gastos de marketing y participación de mercado. Además, muestra que el efecto de la inversión se tiene sobre la porción de mercado que cada competidor no ha logrado influenciar hasta el momento. Por último, asigna una eficiencia a la inversión de marketing, lo cual es intuitivo en el plano real.

Estas últimas razones hacen que se descarte la posibilidad de que la forma en que está representada esta relación entre variables contradiga la realidad. Lo importante aquí es entender la diferencia entre decir que la fórmula es la correcta y decir que la fórmula no es incorrecta. Decir que la fórmula es correcta implicaría suponer que no existe otra capaz de explicar la relación. Por el otro lado, decir que la fórmula no es incorrecta es decir que la misma es una de las posibilidades válidas para representar el vínculo entre variables, lo cual no descarta que haya otras.

#### **6.2.1.2 Relación Ventas – Gastos de marketing**

Es práctica común, al realizar los presupuestos de cada año, asignarle un peso relativo a las ventas para cada concepto. Por eso, resulta razonable pensar que una manera de reproducir el feedback que existe entre las ventas con los gastos de marketing, es pensar estos últimos como una proporción de las primeras.

Nuevamente hay que mirar más allá de la correlación entre variables (ver anexo). Es importante encontrar la lógica detrás del vínculo entre las variables. En primera instancia, se puede suponer de forma acertada que dada las ventas de un ejercicio, la compañía querrá asegurarse como mínimo el mismo volumen para el año entrante. Por esta razón, invertirá como mínimo el mismo monto en marketing. Por otro lado, también es lógico pensar que a mayor ingresos mayor dinero disponible para las diferentes funciones de la empresa, entre estas la de marketing. Por lo cual, no es inadecuado pensar que las ventas y los gastos guardan una relación proporcional.

Otra evidencia que respalda esta relación son los antecedentes a este trabajo. Por ejemplo, asociar los gastos de marketing es una de las premisas que Forrester (1961) adopta en su modelo, y, como argumenta el autor, es una práctica difundida.

Dicho esto, se concluye que no es inapropiada la forma en que se ha planteado la relación entre gastos y ventas. En adición, es importante remarcar que la fórmula escogida no sólo logra explicar en forma adecuada la relación, sino que también hace a la simplicidad del modelo.

### **6.2.1.3 Relación Estrategia Adoptada – Gastos de marketing**

La falta de evidencia empírica obliga a suponer la relación que existe entre las estrategias elegidas y los gastos de marketing. En el modelo propuesto se sugiere una relación lineal por cuestiones de simplicidad. Sin embargo, es posible que existan otras formas de realizarlo.

El utilizar una relación lineal evita la necesidad de adoptar supuestos más complejos, y de esta forma, no correr el riesgo de contradecir verdaderamente lo que ocurre en la realidad. Es por esto que los gastos de marketing son afectados por la probabilidad de adoptar ya sea una estrategia de vigilancia o una estrategia agresiva. La relación es positiva porque instintivamente se asocia este tipo de estrategia con mayores desembolsos de dinero.

Se podría haber sugerido que a mayor la probabilidad, la intensidad de inversión crece de forma más acelerada. Esta fue una alternativa planteada al mostrar el modelo a entendidos en temas de marketing. Al analizar la posibilidad, se llegó a la conclusión que al no conocer el verdadero comportamiento del sistema respecto del vínculo entre estas variables, representarla de esta forma podría llegar a generar patrones más complejos, difíciles de asociar con la realidad. Sin embargo, no deja de ser una alternativa.

En adición, introducir esta forma de representación, permite que la variables “Gastos de marketing” sea el resultado del producto de varios factores. Según Barlas (2002), las formulaciones multiplicativas permiten que, en el caso de que algún factor adopte un valor extremo, el mismo domine el resultado. Sin embargo, advierte de no utilizar esta herramienta con más de cuatro factores.

Teniendo estas consideraciones en cuenta, se concluye que no existe evidencia suficiente como para desechar es parte de la estructura del modelo.

#### **6.2.1.4 Relación de los pagos de la matriz con el resto del modelo**

Al relacionar la matriz de pago con el resto del modelo, se lo hizo considerando dos aspectos: En primera instancia, se considero que ambos dos competidores tiene acceso a la misma información. Esto es uno de los supuestos de la Teoría de juegos. En segunda instancia, se hizo uso de los indicadores disponibles a la mano de cada jugador, que son en definitiva, los indicadores frente a los cuales puede reaccionar.

En este punto es importante recordar el propósito del modelo. Lo que se intenta con el modelo es poder comprender el comportamiento competitivo de las dos empresas, comportamiento sobre el cual no se tiene mucha información. Por lo tanto, al establecer las fórmulas, se volvió apelar al principio de parsimonia.

Esto hace que no sea posible invalidar ninguna de las fórmulas propuestas. Así mismo, no se puede invalidar la forma en que se ha conformado la matriz de pago. La misma se baso en experiencias de otros modeladores, siendo esta la mejor fuente de información disponible.

#### **6.2.1.5 Conclusión del test**

Habiendo revisado las relaciones más relevantes del modelo, se llega a la conclusión que ninguna pareciera contradecir de forma rotunda el conocimiento que se tiene del sistema real. Esta es condición suficiente para dar por aprobado el test de validez estructural.

### **6.2.2 Test de verificación de parámetros**

Para ensayar cuan robusto es el modelo, se prosigue a realizar un análisis de sensibilidad de cada uno de los parámetros del modelo. De esta forma se logra simultáneamente verificar su valor y validar su comportamiento. Esta última validación, quedará sin efecto en el caso de encontrar en tests posteriores alguna falla estructural<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Este punto hace referencia al hecho que la validación de comportamiento es correcto sólo habiendo aprobado la verificación estructural. Lo que se intenta es consolidar etapas para resumir el procedimiento.

Para evaluar la sensibilidad de cada uno de ellos, se hará referencia al efecto que producen sobre la variable "Market share del retador", dado que es la de mayor relevancia. Además, es una de las más influenciadas por el sistema en su conjunto.

Los resultados han sido sujetos tanto a análisis cualitativo como cuantitativo. La forma más simple para realizar un análisis completo consiste en modificar los valores numéricos de cada uno de los parámetros, *ceteris paribus*. Se dice que el modelo es insensible a las variaciones de los parámetros, si variaciones razonables de ellos no afectan sensiblemente a las conclusiones que se extraen del mismo.

En adición, en ocasiones es evidente que el cambio significativo del parámetro, resulte en un cambio de igual magnitud en el resultado. En esos casos, lo que realmente importa es que el comportamiento sea el mismo [Richardson, G. Pugh, A. 1981].

### 6.2.2.1 Demora del mercado

Como se ha definido con anterioridad, la demora del mercado representa el tiempo que requiere el mercado para mostrar cambios significativos.

En la aplicación del modelo, se la había estimado en un año. Se varió el parámetro en un rango de 30 días a 720 días, haciendo caso omiso a cuan razonables era cada uno de los valores. El resultado se puede apreciar en la Figura 6-1.

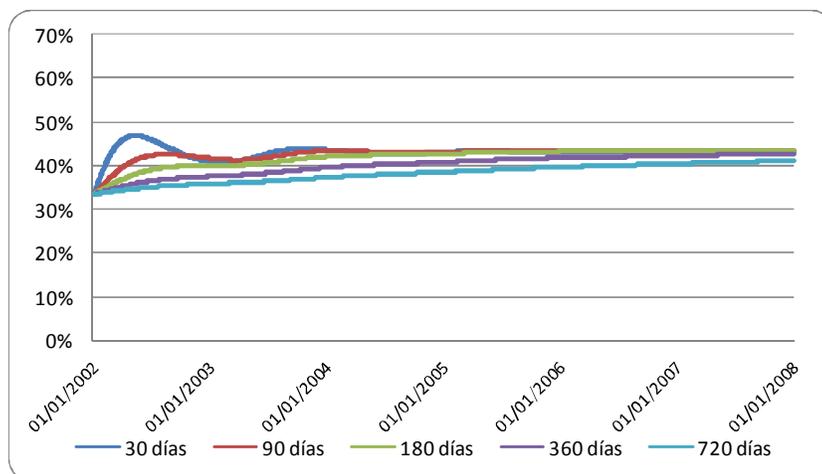


Figura 6-1. Sensibilidad del parámetro "Demora del mercado"

Como se puede observar, la variación del parámetro produce al inicio de la simulación mayores oscilaciones a menor la demora. Sin embargo, el comportamiento general no se ve afectado por las variaciones, dado que en todos los casos se evoluciona al mismo valor de equilibrio.

Una de las razones por las que el efecto sobre la variable no es mayor es porque el parámetro afecta por igual tanto al flujo de entrada como de salida del stock en cuestión.

Aquí se podría cuestionar el porqué del valor escogido. Para responder este tipo de cuestiones es importante tener en mente las cuestiones cualitativas mencionadas con anterioridad. Para un mayor visibilidad, se realizó un análisis sobre el entorno del valor escogido. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla 6-1 a continuación.

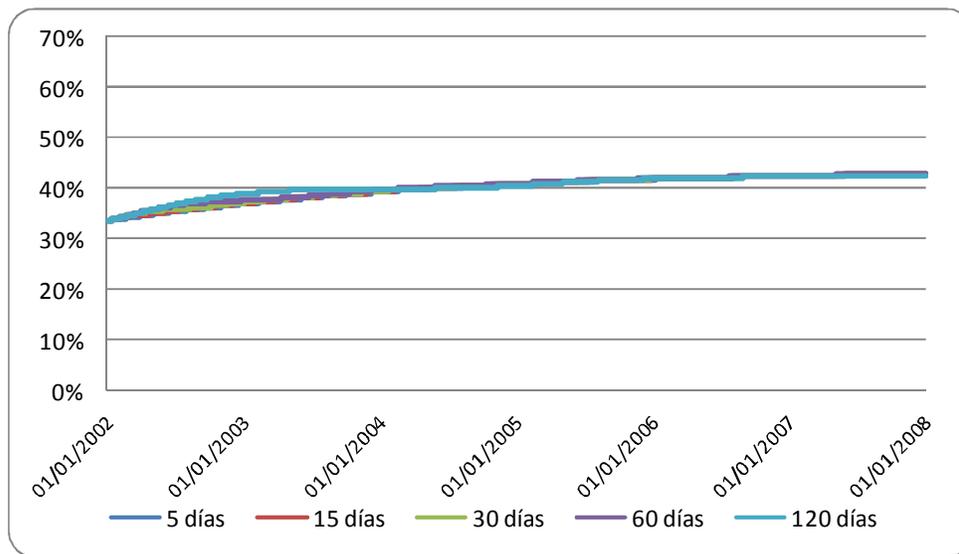
Demora	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
300 días	33.7%	38.3%	40.3%	41.5%	42.4%	42.8%	43.0%
330 días	33.7%	38.0%	40.0%	41.2%	42.1%	42.6%	42.9%
360 días	33.7%	37.7%	39.7%	41.0%	41.9%	42.5%	42.8%
390 días	33.7%	37.5%	39.4%	40.7%	41.7%	42.3%	42.7%
420 días	33.7%	37.2%	39.2%	40.5%	41.5%	42.1%	42.6%

**Tabla 6-1. Análisis detallado de la demora de mercado**

Se puede apreciar que para variaciones de 30 días, el impacto sobre el resultado no es apreciable.

#### **6.2.2.2 Tiempo de reacción de los competidores**

La reacción a la variación de este parámetro es similar al caso anterior. En la Figura 6-2, se puede apreciar que para variaciones significativas no se altera el resultado final.



**Figura 6-2. Análisis de sensibilidad del tiempo de reacción**

La razón por la cual el modelo es aún más insensible a este parámetro es porque el mismo no afecta de forma directa a la variable.

### **6.2.2.3 Porcentaje de las ventas destinadas a gastos de marketing**

Este parámetro tiene la particularidad de tener gran efecto sobre los gastos de marketing. Por esta razón, se estima una mayor incidencia sobre los resultados que en el caso anterior.

Al realizar el análisis de sensibilidad, se modificó primero el parámetro correspondiente al líder de mercado, y luego para el retador. Los resultados pueden apreciarse en las figuras a continuación (Figura 6-3 y Figura 6-4).

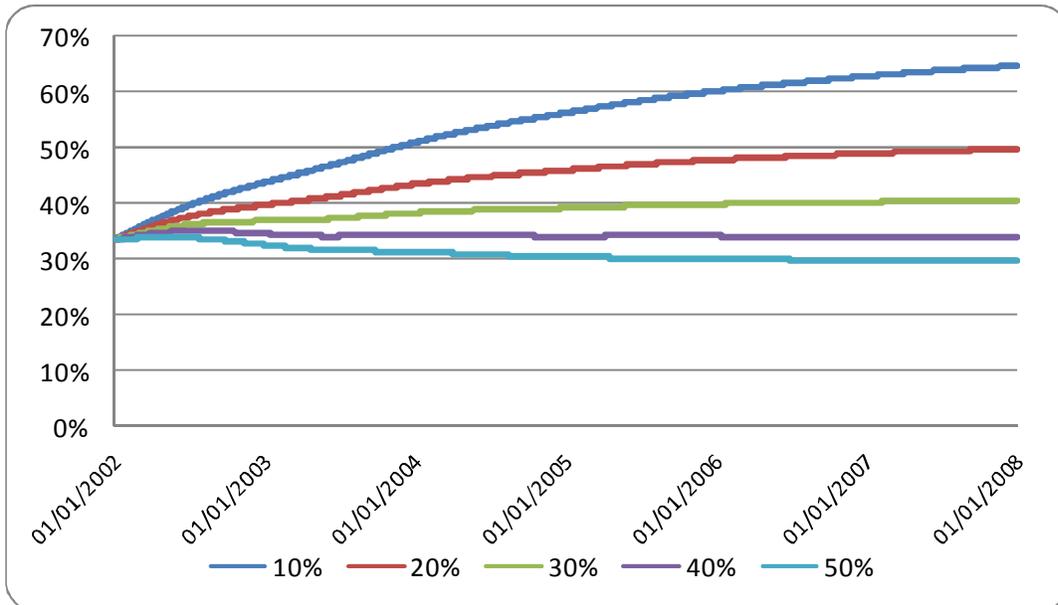


Figura 6-3. Análisis del porcentaje de ventas que el líder asigna a los gastos de marketing.

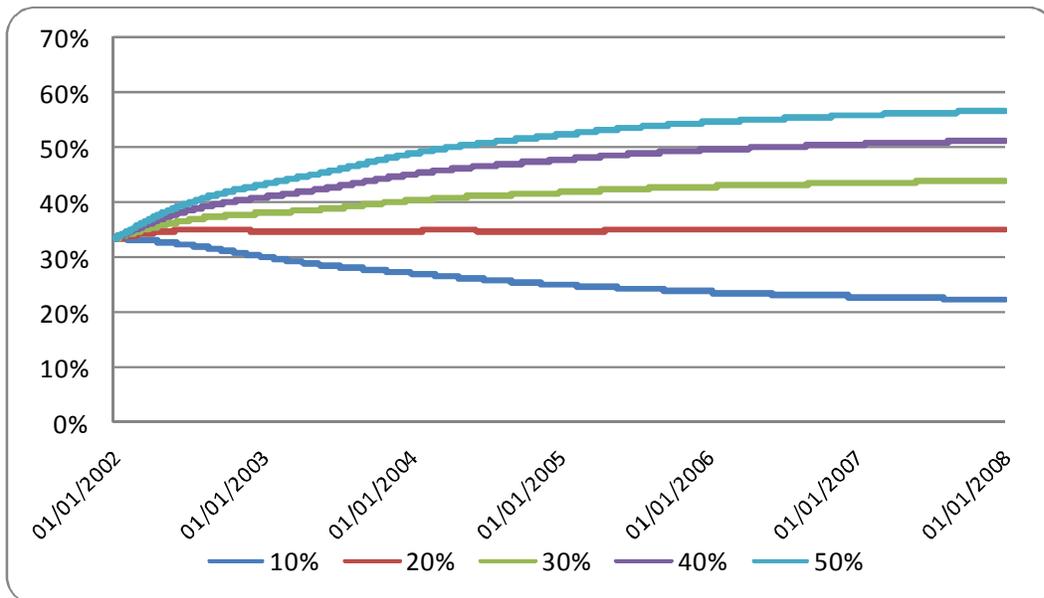


Figura 6-4. Análisis del porcentaje de ventas que el retador asigna a los gastos de marketing.

La reacción del modelo es la esperada. En el primer gráfico se observa que a menor el porcentaje destinado a marketing por parte del líder, mayor el market share del retador. Por el contrario, el segundo gráfico muestra que a menor el porcentaje que destine el retador a los gastos de marketing, menor su market share.

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

En siguientes tablas (Tabla 6-2 y Tabla 6-3) se puede apreciar un análisis de sensibilidad aún más fino para los parámetros en cuestión.

Porc. De Ventas	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
20%	33,7%	39,8%	43,5%	46,0%	47,8%	49,0%	49,7%
25%	33,7%	38,3%	40,7%	42,3%	43,5%	44,1%	44,6%
27%	33,7%	37,7%	39,7%	41,0%	41,9%	42,5%	42,8%
30%	33,7%	36,9%	38,3%	39,2%	39,8%	40,2%	40,4%
35%	33,7%	35,7%	36,2%	36,5%	36,8%	36,9%	37,0%

**Tabla 6-2. Análisis del porcentaje de ventas que el líder asigna a los gastos de marketing.**

Porc. De Ventas	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
20%	33,7%	34,8%	34,8%	34,8%	34,9%	35,0%	35,0%
25%	33,7%	36,6%	37,8%	38,6%	39,3%	39,6%	39,8%
28%	33,7%	37,7%	39,7%	41,0%	41,9%	42,5%	42,8%
30%	33,7%	38,2%	40,5%	42,0%	43,1%	43,7%	44,1%
35%	33,7%	39,6%	42,9%	45,0%	46,4%	47,3%	47,8%

**Tabla 6-3. Análisis del porcentaje de ventas que el retador asigna a los gastos de marketing.**

Existen muchos puntos importantes a remarcar. El primero es que más allá de la variación de valores, no se nota un gran cambio en el comportamiento. En segundo lugar, es significativo el hecho de que en cada caso el parámetro es alterado dejando los demás sin modificar. Si de hecho se alteraran estos dos parámetros en conjunto, su efecto no sería muy significativo sobre el resultado, dado que en su conjunto afectan por igual al flujo de entrada y salida de la variable bajo análisis. En tercer lugar, los resultados sugieren que este es un importante factor en el sistema sobre el cual se puede actuar para mejorar la situación actual.

Del primer gráfico se deduce, por ejemplo, que si Coca-Cola invierte sistemáticamente aproximadamente el 40% de sus ventas en acciones de marketing, nunca perderá posición en el mercado. Claro está, esto puede ser poco realista si se considera que existen otros gastos a ser sustentados por los ingresos y además se debe tener una rentabilidad tal que no produzca una caída importante en las acciones de la empresa.

### 6.2.2.4 Efectividad del marketing de cada competidor

Para estos parámetros se esperan resultados similares al anterior dado que su impacto sobre la variable también es directa.

A continuación se muestran los resultados al variar la efectividad tanto para Coca-Cola, como para Pepsi (Figura 6-5 y Figura 6-6).

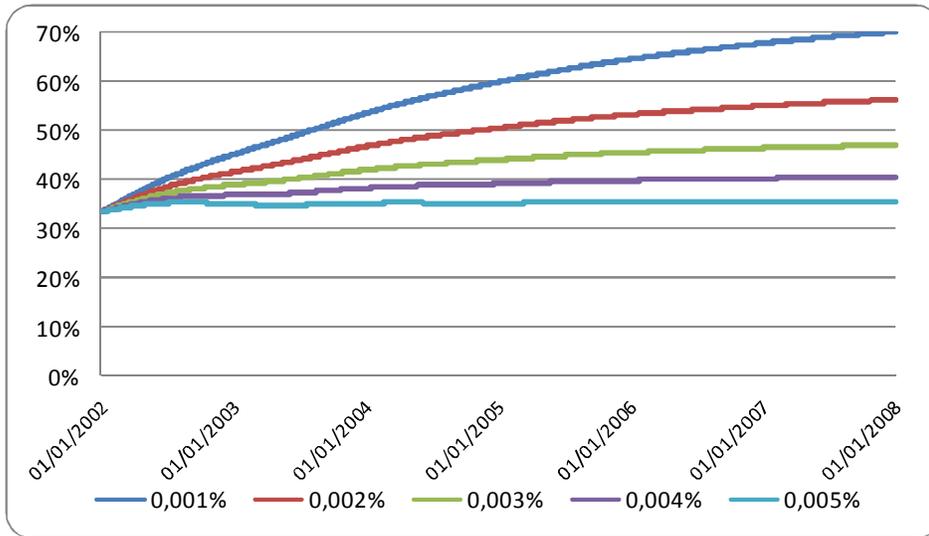


Figura 6-5. Análisis de sensibilidad de la efectividad de marketing del líder.

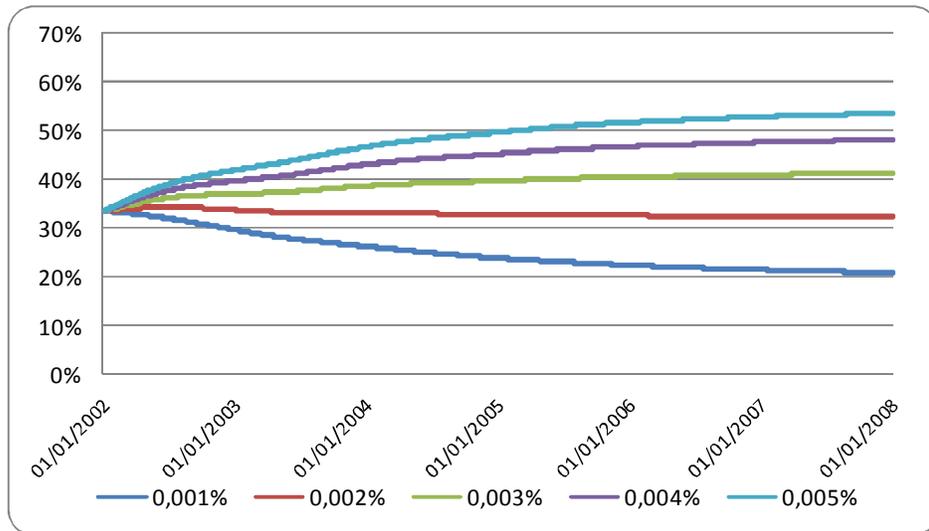


Figura 6-6. Análisis de sensibilidad de la efectividad de marketing del retador.

Nuevamente, los resultados se condicen con lo que sucede en la realidad: a mayor efectividad, mayor market share. Además, si bien los resultados cambian en valor, no lo hacen significativamente en comportamiento.

Al contrario con lo que sucedía en el caso anterior, ninguna de las empresas tiene poder de actuar significativamente sobre el valor de este parámetro. Como se puede apreciar en las siguientes tablas, cambios pequeños no producen mucha diferencia en los resultados finales.

Efect. Líder	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0.0034%	33.7%	38.1%	40.4%	41.9%	43.1%	43.7%	44.1%
0.0035%	33.7%	37.9%	40.1%	41.4%	42.5%	43.1%	43.5%
0.0036%	33.7%	37.7%	39.7%	41.0%	41.9%	42.5%	42.8%
0.0037%	33.7%	37.5%	39.3%	40.5%	41.4%	41.9%	42.2%
0.0038%	33.7%	37.3%	39.0%	40.0%	40.9%	41.3%	41.6%

**Tabla 6-4. Análisis en detalle de la efectividad del líder.**

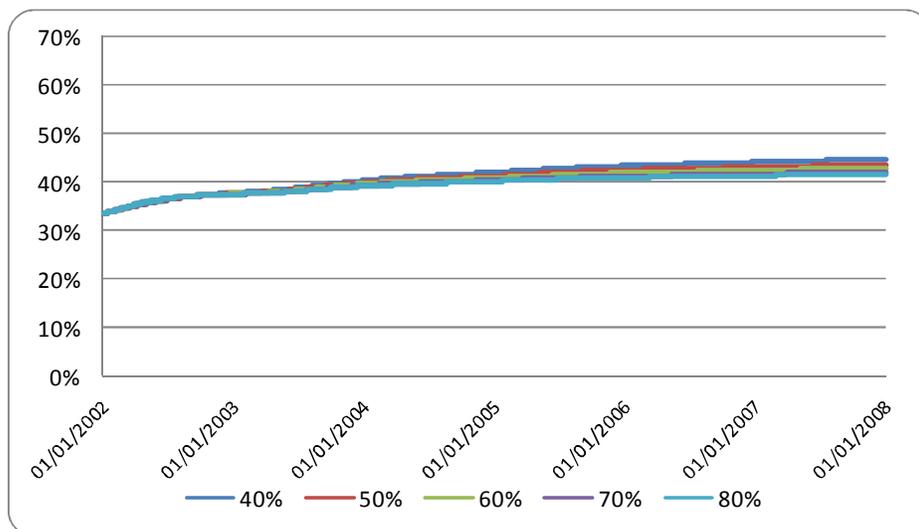
Efect. Retador	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0.0030%	33.7%	37.1%	38.8%	39.8%	40.6%	41.0%	41.3%
0.0031%	33.7%	37.4%	39.2%	40.4%	41.3%	41.8%	42.1%
0.0032%	33.7%	37.7%	39.7%	41.0%	41.9%	42.5%	42.8%
0.0033%	33.7%	38.0%	40.2%	41.5%	42.6%	43.2%	43.5%
0.0034%	33.7%	38.2%	40.6%	42.1%	43.2%	43.9%	44.2%

**Tabla 6-5. Análisis en detalle de la efectividad del retador.**

Es importante destacar que este es un parámetro que seguramente oscile entre un rango de valores pequeño para las empresas de un mismo sector. Con lo cual, es poco realista pensar que la empresa tiene la capacidad de influenciar mucho sobre dicha magnitud.

### 6.2.2.5 Market Share deseado

Los resultados para el análisis de sensibilidad para este parámetro pueden observarse en la Figura 6-7.



**Figura 6-7. Análisis de sensibilidad sobre el Market share deseado**

Del gráfico se puede concluir que el modelo no es muy sensible a los objetivos que se imponga el segundo del mercado. En adición, la forma de comportamiento se mantiene igual para todos los valores. Cabe destacar, sin embargo, que a objetivos más altos menor market share se alcanza en la realidad.

Esto significa que puede resultar contraproducente invertir de forma tal de alcanzar un posicionamiento muy alejado del actual. Metas más realistas parecieran dar mejores resultados.

#### **6.2.2.6 Conclusiones del test**

De los parámetros estudiados, sólo los parámetros de efectividad de marketing y porcentaje de ventas destinado a marketing, han demostrado tener influencia significativa sobre los resultados. Sin embargo, el las formas de comportamiento han permanecido prácticamente inalteradas por la variación de los parámetros.

Análisis de sensibilidad sobre modelos aún más sencillos, como los es el “Puesto de limonada”, muestran comportamientos similares a los vistos ante las variaciones de los parámetros. Los autores que han analizado este tipo de caso, afirman que mientras no haya un cambio significativo en el comportamiento, no hay razón para creer que el modelo no sea robusto. Además, aseguran que siempre y cuando los resultados de variar un parámetro se correspondan con la realidad, si el modelo

resulta sensible al mismo no significa que no sea inválido, sino que debe tratar de estimarse el mismo con la mayor precisión posible [Breierova, L. Choudhari, M. 1996] [Richardson, G. 1981] [Tank-Nielsen, C. 1980].

Habiendo dicho esto, se concluye que el test de sensibilidad se encuentra aprobado.

### 6.2.3 Test de condiciones extremas

En lo que respecta a condiciones extremas, el modelo está bien estructurado. Esto se debe a que al elaborar las fórmulas se lo hizo de forma tal de evitar los efectos de las condiciones extremas.

En el caso de las fórmulas de las componentes de la matriz de pagos, se tomó la precaución de definir las de forma tal que los valores permanecieran acotados en un rango determinado.

En los que respecta a la fórmula que define los gastos de marketing, el lector podrá corroborar que si se reemplaza cada factor involucrado por su valor máximo o mínimo, el resultado de la misma no será una incongruencia.

Por ejemplo, si se parte de la situación extrema en que la probabilidad de ser agresivo es 1, se obtiene el resultado que se observa en la Figura 6-8.

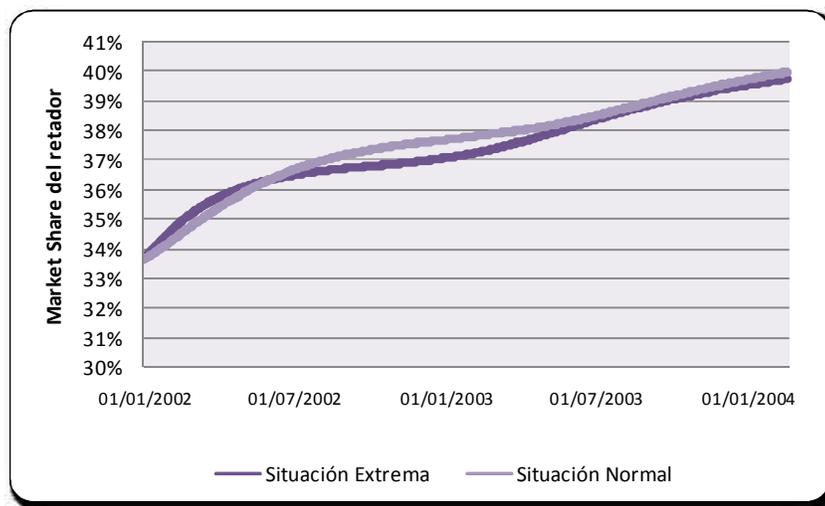


Figura 6-8. Situación extrema: Probabilidad de agresividad inicial igual 1.

Como se puede apreciar, el efecto sobre la variable "Market share del retador" sólo se presenta hasta el año 2004, luego las curvas tienen igual comportamiento. Esto quiere decir que más allá de la situación inicial, el sistema tiende a estabilizar el comportamiento de esta variable. Si el ejercicio se hace para una probabilidad inicial igual a cero, los cambios no son muy significativos. Esto se debe a que es más próximo al valor inicial adoptado.

Lo mismo puede verificarse si se parte de la situación inicial de que la probabilidad de vigilancia sea 1, en cuyo caso el resultado puede observarse en la Figura 6-9.

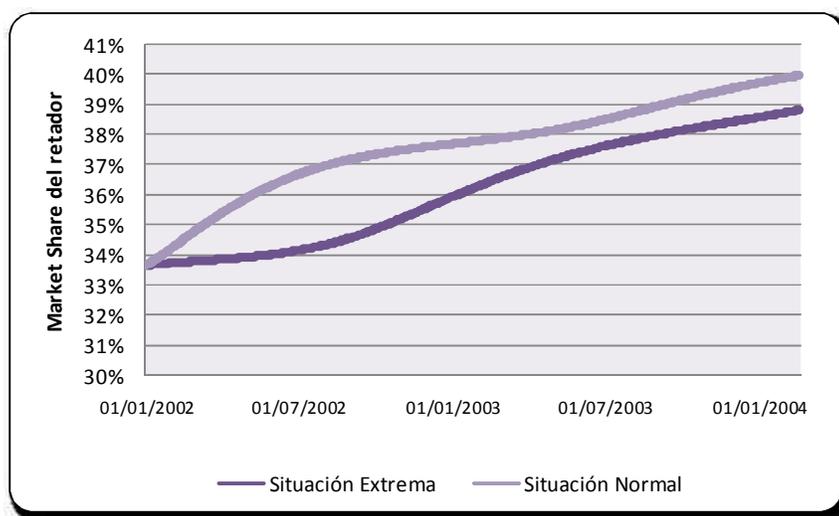


Figura 6-9. Situación extrema: Probabilidad de vigilancia inicial igual a 1.

Aquí también se observan alteraciones al principio de la simulación, estabilizándose el comportamiento llegando al año 2005. Las alteraciones en las curvas son las esperadas, sin cambios apreciables en el comportamiento. Nuevamente, si se realiza el ejercicio para el caso donde la probabilidad en cuestión sea 0, no se observan cambios apreciables.

Al verificar los valores extremos de los gastos de marketing, en cierta forma se está verificando los efectos de los valores extremos en las funciones que definen el Market share del retador. De esta forma, se da por concluida y aprobada la verificación de condiciones extremas.

## 6.2.4 Test de adecuación de los límites

Para poder discutir si los límites establecidos son los correctos para el propósito del modelo, es necesario definirlos de forma precisa y concreta. Luego, una vez definidos los límites, se prosigue a medir su adecuación con el propósito del modelo. Para ello, nuevamente, se consultó a alguien cercano al caso<sup>6</sup>.

### 6.2.4.1 Demanda

Se estableció que el modelo en cuestión, es indicado para casos en los que la demanda ha alcanzado un estado de madurez. Es decir, que no se espera que la misma aumente, al menos no de forma significativa. Esta característica está presente en el mercado de gaseosas.

La razón por la que se impuso esta restricción es por que lo que es de interés es conocer el comportamiento competitivo entre jugadores, y no su efecto sobre el mercado en general.

En un mercado en crecimiento, las acciones de marketing de cada jugador probablemente no sólo aumenten la porción de cada uno, sino también el tamaño del mercado en sí. Esto es lo que algunos autores de refieren como “Marketing genérico” y “Marketing de marca” [Bass, F. 2004]. El modelar una situación así, implicaría entender como disociar un efecto del otro. En adición, el suponer que no existe marketing genérico, permite asemejar el caso aún más a un duopolio teórico, donde las ventas totales son constantes.

Otra cuestión importante en lo que respecta a demanda es que, como se mencionó anteriormente, la misma esta expresada en moneda y no en cantidad. Esto se hace con la intención de evitar disociar la variable en todos los productos que la definen e incorporar una variable de precio para cada uno de ellos. Esta simplificación se adecua al propósito del modelo porque no se busca conocer el efecto sobre la venta individual de cada producto, sino las ventas totales de la empresa.

---

<sup>6</sup> Francisco Massa, empleado de Aguas Danone de Argentina S.A.

#### **6.2.4.2 Efectividad de marketing**

Se definió esta variable como exógena, es decir que su valor no está sujeto a modificaciones por parte de las variables que conforman el modelo. Esto, sin embargo, no interfiere con el propósito del modelo.

Definir la variable como endógena, llevaría a incluir en el modelo otras tantas variables que fueron dejadas de lado por no ser de interés para el propósito perseguido.

Por ejemplo, la efectividad de marketing está asociada con las herramientas de marketing que se decide explotar. Para poder explicar el comportamiento de la efectividad, estas otras variables deberían ser incluidas, lo cual implica un nivel de complejidad para un asunto que se aleja del foco del problema.

La efectividad también puede asociarse al tipo de producto. Si el mercado fuera el de un commodity, poco sentido tendría hacer uso de mecanismos de marketing que apelen a la diferenciación del producto cuando esta no existe. Es decir, que la efectividad tenderá a ser menor. Considerar la efectividad como parte activa del modelo llevaría, entonces, a incluir otros factores del mercado.

En conclusión, incluir esta variable no permite explicar de mejor forma el comportamiento de los agentes involucrados. Es más, su inserción haría escalar la complejidad del modelo a un nivel poco deseado.

#### **6.2.4.3 Gastos de marketing**

En este concepto se incluyó todas las acciones de mercadeo a la mano de la empresa. Como no se tiene la intención de conocer el nivel de utilización de cada componente incluida en este concepto, se decide trabajar la variable en su conjunto. Esta forma de operar sirve al propósito del modelo.

Tampoco se intenta ver el efecto de la utilización de cada recurso de marketing en el mercado. Es decir, no se busca entender que disponibilidad de cada componente del mix de marketing está a la mano de cada jugador. Es implicaría generar submodelos que expliquen el funcionamiento, por ejemplo, del mercado distribuidor, del mercado

proveedor, etc. Al igual que en el caso anterior, esto escapa a los objetivos definidos, haciendo válido conceptualizar al conjunto de variables como una única.

Además, según ha sido confirmado con contactos, en un mercado consolidado como el que se está tratando, donde la imagen de cada marca está definida, no es muy alejado de la realidad representar las acciones en conjunto. Esto no sería adecuado en un mercado nuevo, como el de las aguas saborizadas, donde aún existen posibilidades de apelar a la diferenciación para ganar mercado sin que esto signifique un mayor desembolso de dinero (por ejemplo, mostrar que el producto es para “la gente normal con defectos” o “a la gente que quiere vivir sano”, etc.).

#### **6.2.4.4 Market share óptimo**

Al elaborar los fundamentos del modelo se estableció implícitamente un supuesto muy fuerte. Este es que se asume que cada competidor siempre persigue un market share más alto.

Esto no necesariamente tiene que ser cierto en la realidad. Por ejemplo, Pepsi Co. tiene otras divisiones de productos. Dependiendo de su estructura de costos, es factible que le sea más rentable una participación dada en su división de bebidas y apostar más fuerte a otras unidades de negocios.

Si bien no se conoce la estrategia de la empresa al respecto, la tendencia de la información real hace entender que la empresa persigue una mayor participación. Sobre lo que se tiene una mayor incertidumbre es sobre el market share al que se apunta, por lo que sólo se puede hacer estimaciones cualitativas.

#### **6.2.4.5 Estructura de costos y recursos productivos**

Esta restricción está muy asociada con la anterior. La misma supone que cada una de las compañías tiene una estructura tal que le permite soportar cualquier volumen de ventas. De no ser así, no tendría sentido que cada una persiguiera un market share distinto de aquel que maximice sus ganancias.

Dada la estructura productiva de cada una de las empresas del caso, se puede suponer que cuenta con los recursos necesarios para cumplir con la demanda de sus productos. Estudiar si esto es realmente así, escapa los objetivos del modelo.

#### **6.2.4.6 Conclusión del test**

Concluido este análisis, se puede concluir que las variables que han sido dejadas de lado no hacen al propósito del modelo.

Otro punto importante a estudiar cuando se analiza la adecuación de los límites, es la corrección del nivel de agregación elegido. Uno podría utilizar simulación continua o discreta<sup>7</sup>, según el propósito del modelo.

En este caso en particular, se escogió simulación continua porque lo que se busca entender es el comportamiento en el tiempo. Por el contrario, utilizar simulación discreta sólo permitiría estudiar como es la toma de decisión en un momento puntual.

#### **6.2.5 Test de consistencia dimensional**

Este test consiste en verificar que el resultado de cada una de las fórmulas que definen el modelo de cómo resultado la magnitud adecuada para la variable que se desea medir.

En el anexo, se encuentra una tabla con todas las fórmulas del caso de aplicación. Allí también se puede observar la unidad resultante de cada fórmula. El lector también podrá corroborar que no existe constante alguna con la función de convertir una unidad en otra. De existir, no podría hablarse de consistencia dimensional.

---

<sup>7</sup> Por simulación discreta se entiende a aquella que involucra entidades. En cambio, la simulación continua permite observar el comportamiento de una variable como un continuo.

### **6.3 Validación del comportamiento**

La validación de un modelo es función de su propósito, de la razón para la cual se lo creo. Como se comentó al abordar los lineamientos para la validación de comportamiento, la extensión en la que el modelo es sujeto a examen depende del tipo de modelo en sí.

El modelo propuesto en este trabajo apunta a entender como funciona un sistema real. La forma en que ha sido estructurado se corresponde con los modelos mentales de su modelador y, como tal, no deja de ser una estipulación subjetiva. Validar el modelo, entonces, es validar la posibilidad de que la estructura interna del sistema real, se asemeje a la del modelo. En otras palabras, validar el modelo es no poder contradecir la hipótesis implícita en la formulación del mismo.

Establecido lo anterior, se llega a conclusión que la naturaleza misma del modelo lo inhabilita a ser expuesto a la gran mayoría de las pruebas descritas [Barlas, 1996]. Lo importante en estos casos es enfocarse en la validación estructural del modelo.

En adición, es necesario corroborar que las formas de comportamiento se asemejen a las reales, aunque no sea con una precisión de punto a punto. Esto ya fue desarrollado en secciones anteriores. En esa oportunidad se pudo verificar que existe una correspondencia entre el comportamiento real y el de las variables más importantes del modelo. En añadidura, se llegó a conjeturas sobre las discrepancias entre la diferencia de los resultados.

En lo que respecta a la incidencia de los parámetros, se estudió la forma en que variaciones de los mismos afectan al resultado final, no encontrándose mayores cambios en comportamiento. Tampoco se pudieron apreciar comportamientos que contradigan a lo que ocurre en el sistema real.

Otra verificación a llevar a cabo es el de conversar con personas expertas en el tema, lo que anterioridad se definió como test de Turing. A tal efecto, se contactó a profesores de la Cátedra de Marketing del ITBA y a Francisco Massa.

Luego de observar los resultados se determinó que los resultados eran una buena aproximación de la realidad. Así mismo, se remarcó que lo atractivo del modelo es que “logra de forma simple combinar factores estratégicos y de marketing para entender el funcionamiento del mercado”.

Además, se destacó que el caso de aplicación se ajusta en gran extensión a los supuestos del modelo.

Del intercambio con los profesores también se pudo llegar a interesantes sugerencias para asemejar aún más al modelo a la realidad. Sobre ello se discutirá en las conclusiones de este trabajo.

## 7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el ámbito de la dinámica de sistemas el análisis de sensibilidad tiene dos dimensiones. Por un lado, se tiene el análisis de sensibilidad de los parámetros. Este último, como ha podido verificar el lector, es una etapa crucial de la validación de la estructura del modelo.

Por otro lado, se tiene el análisis de sensibilidad de la estructura. Este último comprende estudiar que ocurre al realizar cambios en la estructura. Un cambio puede implicar que los lazos de feedback sean cortados, lo cual permite al modelador saber qué partes de la estructura contribuyen al comportamiento observado. En otros, el testeo de sensibilidad idealmente revela que lazo de retroalimentación gobierna el comportamiento.

Los objetivos al examinar la sensibilidad de la estructura pueden resumirse en los siguientes puntos [Tank-Nielsen, C. 1980]:

1. Descubrir qué modos de comportamiento puede generar el modelo.
2. Identificar qué alteraciones pueden hacer variar el modelo de un comportamiento a otro. Entender esto último ayuda a hacer foco y buscar mayor precisión únicamente en las partes del modelo que hacen al comportamiento observado.
3. Identificar las partes de la estructura que se encuentran activas y cuales inactivas. Este procedimiento permite desarrollar estructuras más simples.
4. Evaluar si la conducta en modelos con variables exógenas es generado por fuerzas externas o internas.

Los últimos objetivos conducen a una meta aún mayor: Proveer una base para el desarrollo de acciones sobre el sistema real.

Si bien el análisis de la sensibilidad de parámetros es importante, en modelos dinámicos en el análisis sobre la estructura cobra aún mayor relevancia. Existen dos

razones principales por las que un modelo dinámico tiende a ser menos sensible a los cambios en parámetros que a cambios en la estructura [Richardson, G. Pugh, A. 1981]. La primera razón tiene que ver con la dominancia de lazos: En una estructura con retroalimentación, el lazo que es mayormente responsable del comportamiento del modelo durante un período de tiempo se conoce como “Lazo dominante”. Cambiar el valor de un parámetro en algún lazo que no sea dominante tiene poco efecto sobre el comportamiento final.

La otra razón concierne a la compensación entre lazos: Un cambio de parámetro puede debilitar o exaltar el efecto de un lazo, pero la naturaleza multi-lazo de un modelo de dinámica de sistemas hace que otros lazos se debiliten o se fortalezcan para compensarlo. El resultado final lo constituyen, entonces, cambios levemente perceptibles del comportamiento.

Contrariamente a lo que sucede al cambio de parámetros, un pequeño cambio de la estructura puede producir grandes cambios en el comportamiento. Es por eso que este tipo de análisis cobra vital importancia cuando el modelador se debate entre dos tipos de modelos para un mismo sistema real.

Existen, sin embargo, ciertas complicaciones al estudiar los efectos de alteraciones en la estructura. La primera es que la dominancia de lazos puede alternar en distintos momentos de la simulación. En otras palabras, en un momento dado puede dominar un lazo, y en otro momento dado puede dominar un lazo distinto. Esto hace del análisis un proceso complejo.

En adición, la metodología de análisis puede llevar a conclusiones erróneas: Al cortar un lazo, las diferencias en comportamiento son adjudicadas a la falta de dicho lazo. Sin embargo, es posible que esto no se así. Puede darse el caso que el cambio no sea producto de la falta del lazo, sino de la falta de interacción del mismo con otros.

## 7.1 Análisis de sensibilidad de los parámetros

En la etapa de validación se llevó a cabo el análisis correspondiente, donde se pudo verificar que el comportamiento del modelo no se veía afectado de forma considerable al alterar los parámetros en un rango considerable.

Más allá de la verificación estructural, es interesante obtener conclusiones sobre el comportamiento estratégico de cada competidor.

### 7.1.1 Demora del mercado

Se pudo verificar que al variar el parámetro “Demora del mercado” no se obtiene variaciones apreciables en el resultado el comportamiento de la variable más relevante: “Market share del retador”. Lo interesante es ver que sucede con aquella parte de la estructura del sistema que se intenta comprender.

Al variar el parámetro se obtienen los siguientes resultados para las probabilidades de ser agresivo del retador y la de vigilar del líder, respectivamente (Figura 7-1 y Figura 7-2)

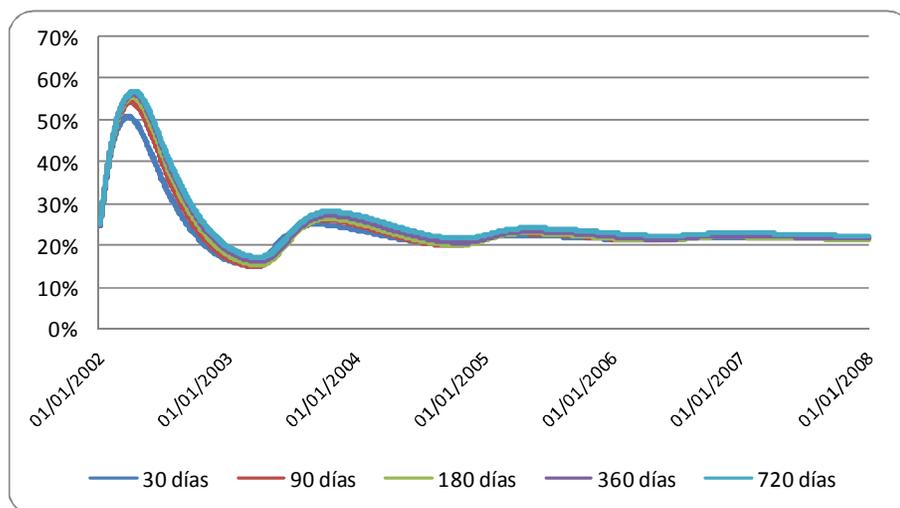
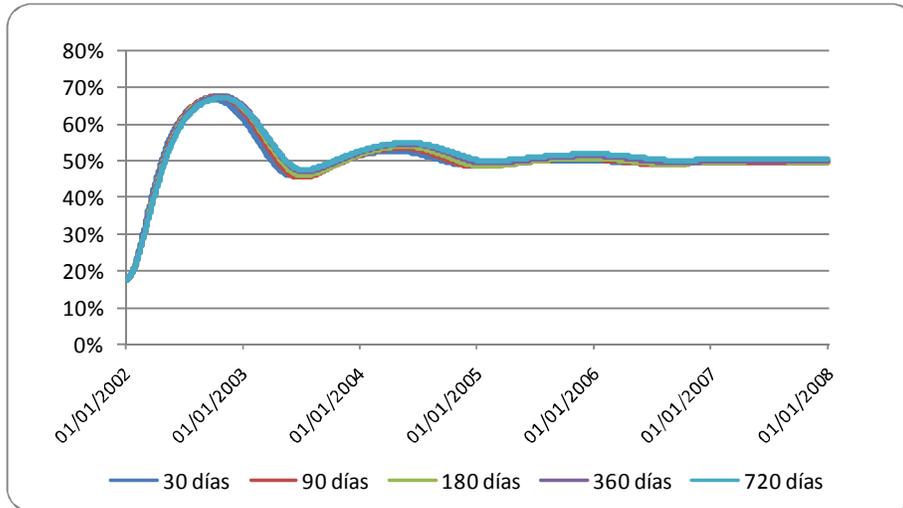


Figura 7-1. Análisis de la probabilidad de ser agresivo como función de la demora del mercado.



**Figura 7-2. Análisis de la probabilidad de vigilar como función de la demora del mercado.**

Se puede apreciar que la probabilidad es igual en equilibrio en todos los casos. En adición, la forma de comportamiento se replica casi a la perfección. La diferencia entre series, aunque prácticamente imperceptible, reside en un desfase.

En ambos gráficos se puede observar que a mayor demora, más se tarde en arribar a un nivel dado de agresividad o vigilancia, según corresponda. Esto se condice con lo que sucede en la realidad: Al no poder apreciar variaciones en el corto plazo, no se tiene la información necesaria en que basar la toma de decisión. Sin embargo, este efecto incide sobre ambos jugadores por igual, lo cual no contradice la premisa de que ambos jugadores obtiene la misma información de forma simultánea.

### 7.1.2 Tiempo de reacción de los competidores

Este parámetro es otro de los cuales resultó ser poco relevante para el comportamiento final. Sin embargo, si se observa el resultado sobre otras variables se puede arribar a ciertas conclusiones.

A continuación se observa el efecto de variar el parámetro sobre las variables probabilidad de agresividad y probabilidad de vigilancia (Figura 7-3 y Figura 7-4).

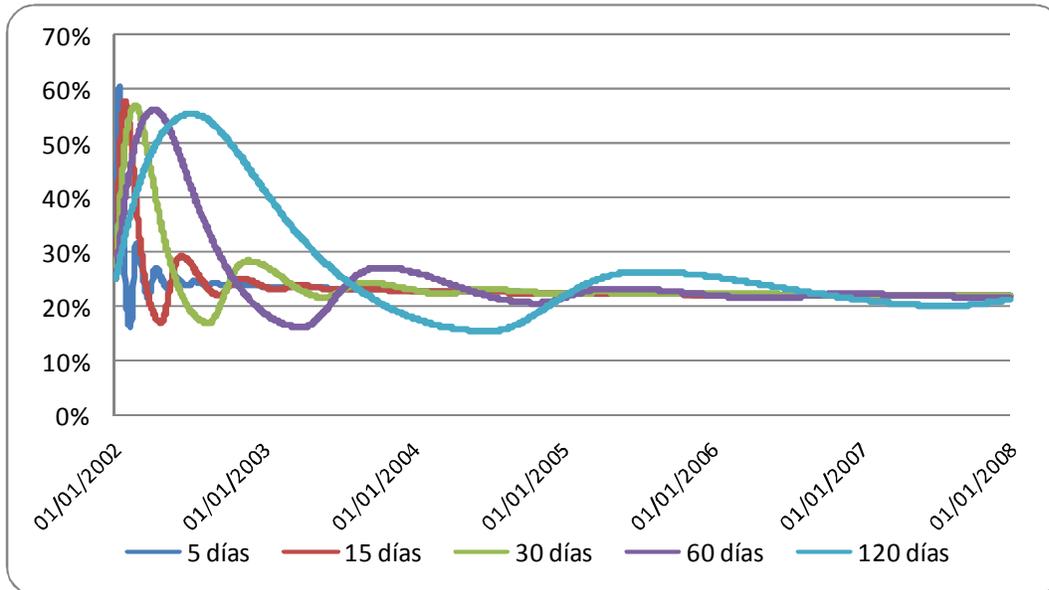


Figura 7-3. Análisis de la probabilidad de agresividad como función del tiempo de reacción.

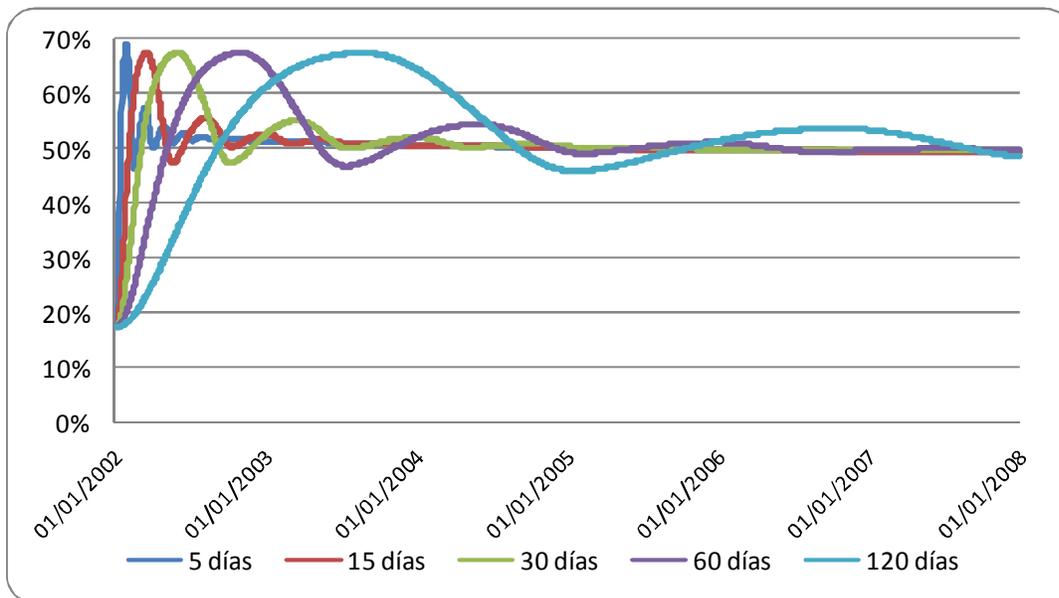


Figura 7-4. Análisis de la probabilidad de vigilancia como función del tiempo de reacción.

Aquí nuevamente se puede apreciar valores finales iguales para cada una de las series. Sin embargo, los desfases entre curvas son mayores. La explicación para ello es que en el caso de la demora de mercado, la incidencia del parámetro sobre el lazo analizado no es directa. Es decir, la demora arriba como consecuencia de su

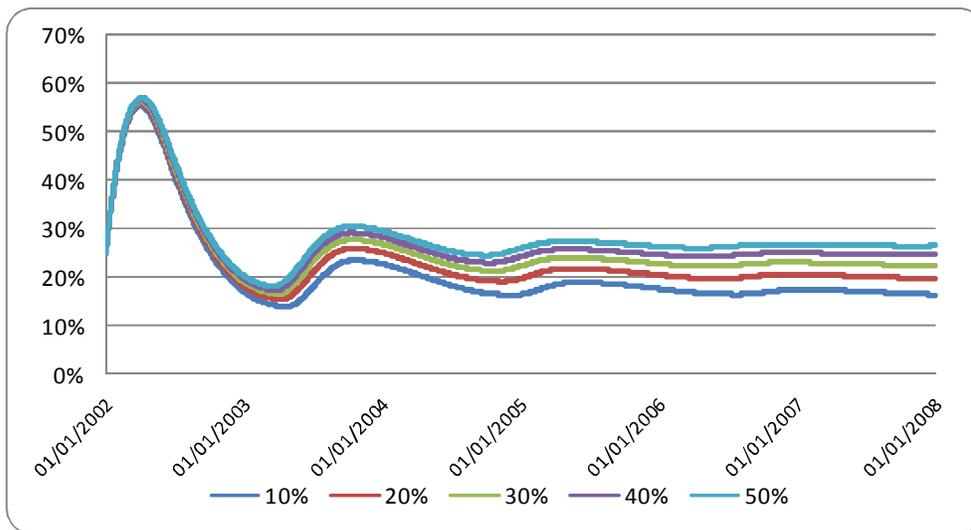
efecto sobre otras variables que, a su vez, están relacionadas con el lazo en cuestión. En cambio, el parámetro “Tiempo de reacción” actúa de forma directa sobre el lazo, lo cual explica lo pronunciado del desfase.

Lo que los gráficos evidencian es que si se es más flexible para acomodarse a la nueva situación, se arriba más rápidamente a una situación donde la intensidad de inversión ya no muestra mayores variaciones.

### 7.1.3 Porcentaje de ventas que el líder destina a marketing

En el proceso de validación se verificó que, en efecto, el parámetro afecta el resultado de la variable “Market Share” en lo que a valor respecta, pero no en su comportamiento.

Si se analiza su efecto sobre las probabilidad de ser agresivo se obtiene lo que se puede apreciar en la Figura 7-5.

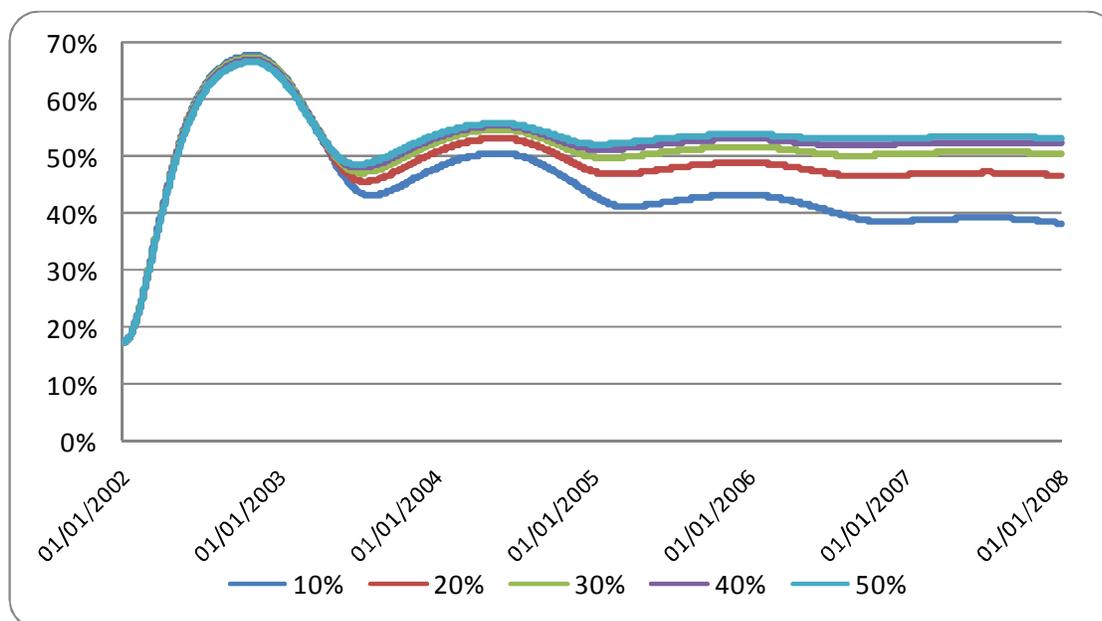


**Figura 7-5. Efecto del porcentaje de ventas que el líder destina a marketing sobre la probabilidad de ser agresivo.**

Al variar el valor del parámetro, dejando el resto de los parámetros inalterables, se observa que a mayor el mismo, mayor la probabilidad de ser agresivo del retador. La razón subyacente es que una mayor inversión del líder representa un menor market share del retador, lo cual significa una mayor distancia entre situación actual y

situación deseada. Esto último hace que el retador no tenga más remedio que tomar acciones más agresivas para lograr su objetivo.

En la Figura 7-6 se puede estudiar que sucede con la variable “Probabilidad de Vigilancia”.



**Figura 7-6. Efecto del porcentaje destinado a marketing en la probabilidad de vigilancia.**

Se puede apreciar en el gráfico que el líder responde a los estímulos del retador. Dado que una mayor inversión sistemática lleva al retador a ser más agresivo, en respuesta el líder debe vigilar más. Eventualmente siempre se llega a un equilibrio.

#### **7.1.4 Porcentaje de ventas que el retador destina a marketing**

Habiendo estudiado el efecto del parámetro en la variable principal, se evalúa su efecto sobre las variables de probabilidad. La Figura 7-7, y la Figura 7-8, permiten observar los resultados del ensayo.

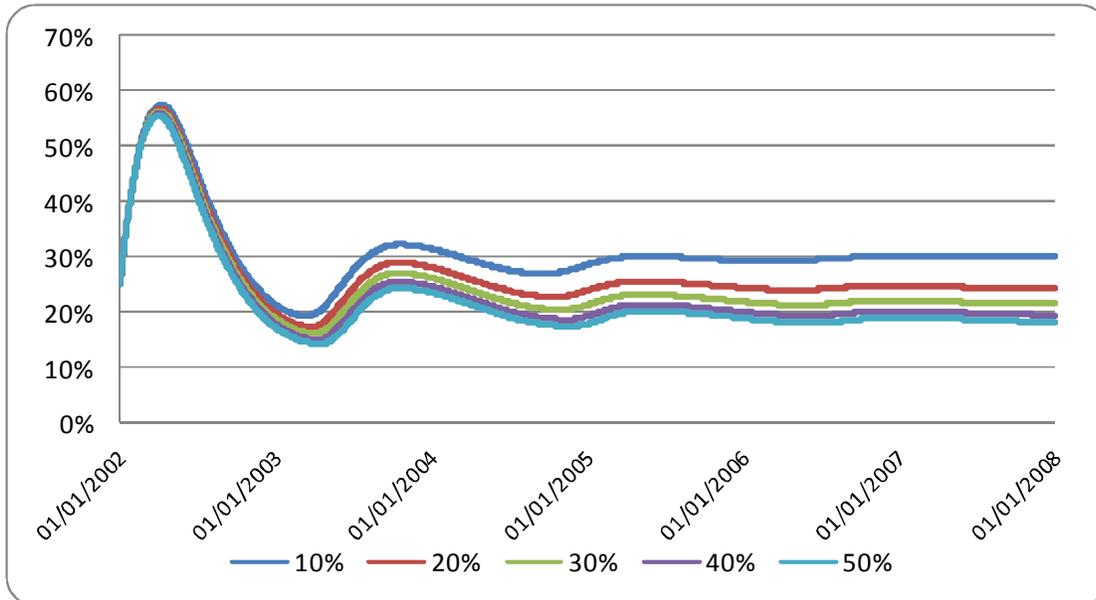


Figura 7-7. Efecto del porcentaje de ventas del retador destinado a marketing sobre la probabilidad de ser agresivo.

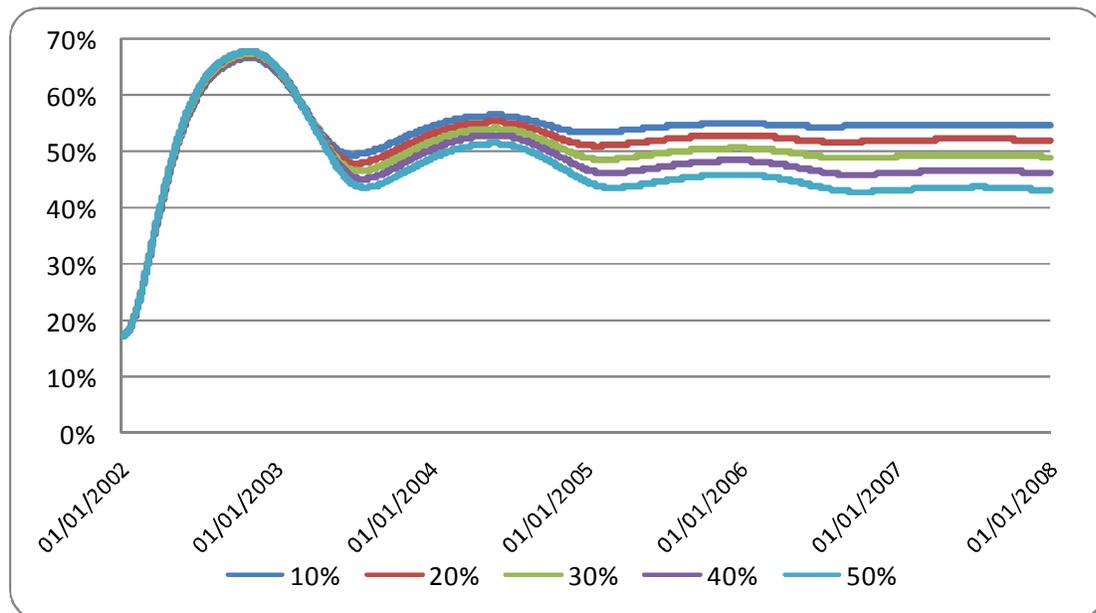


Figura 7-8. Efecto del porcentaje de ventas del retador destinado a marketing sobre la probabilidad de vigilar.

En la Figura 7-7 se puede apreciar que a mayor porcentaje menor la necesidad del retador de ser agresivo. En otras palabras, a mayor el dinero que dedique de forma

sistemática, menor la necesidad de hacer gastos extraordinarios para robar mercado. Aquí es importante recordar que el porcentaje del líder se mantiene inalterable durante el ensayo, con lo cual para porcentajes que superen ese valor se ganará mercado de forma más acelerada reduciendo la necesidad de tomar acciones agresivas. Lo interesante es que entre el valor de 10% y 20% el desplazamiento es mucha mayor que entre los otros valores, aunque el escalón de reducción es menor. Esto implica que existe un valor para el cual las acciones repentinas se reducen considerablemente. Esto es deseable si se considera que este tipo de acciones se realizan con menor planificación y costarían menos de tener más tiempo para planificar.

Nuevamente se observa que la respuesta del líder se condice con las acciones del retador. En este caso en particular, se observa valores de equilibrio mayores.

### 7.1.5 Efectividad del marketing de los competidores

El efecto de estos parámetros sobre las variables de probabilidad es similar al analizado en la sección anterior: A mayor efectividad del líder, menor market share del retador, mayor distancia a la situación deseada y, por lo tanto, mayor necesidad de ser agresivo. Como respuesta a esta agresividad, el líder vigilará aún más. A mayor efectividad del retador, mayor market share, menor necesidad de ser agresivo y menor necesidad de vigilar del líder. Lo anterior puede observarse en la Figura 7-9 expresado como una secuencia de sucesos.

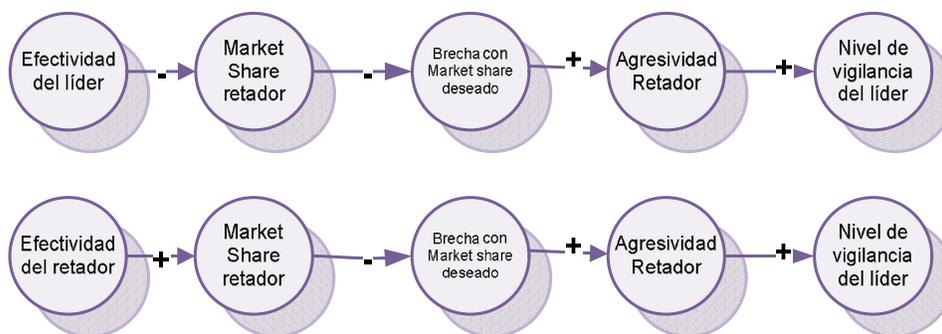


Figura 7-9. Consecuencias de una mayor efectividad de marketing

### 7.1.6 Market Share deseado

Cuando se analizó esta variable en la etapa de validación surgió el resultado que a objetivos más agresivos los objetivos del retador, menores los resultados obtenidos. Al observar el efecto de este parámetro sobre las probabilidades de aplicar cada estrategia se encuentra un comportamiento interesante.

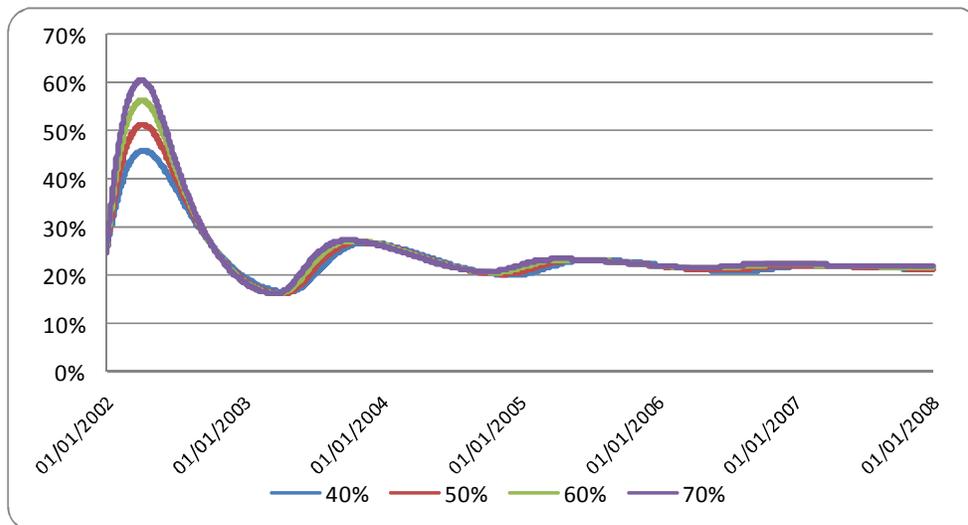


Figura 7-10. Efecto del market share deseado sobre la agresividad.

Se puede apreciar que objetivos más agresivos llevan a estrategias más agresivas a inicios de la simulación, pero luego el comportamiento se va adecuando a un equilibrio, con probabilidades ligeramente mayores a más ambisioso el objetivo. Por otro lado, en la Figura 7-11, se puede apreciar qué ocurre con la probabilidad de vigilancia.

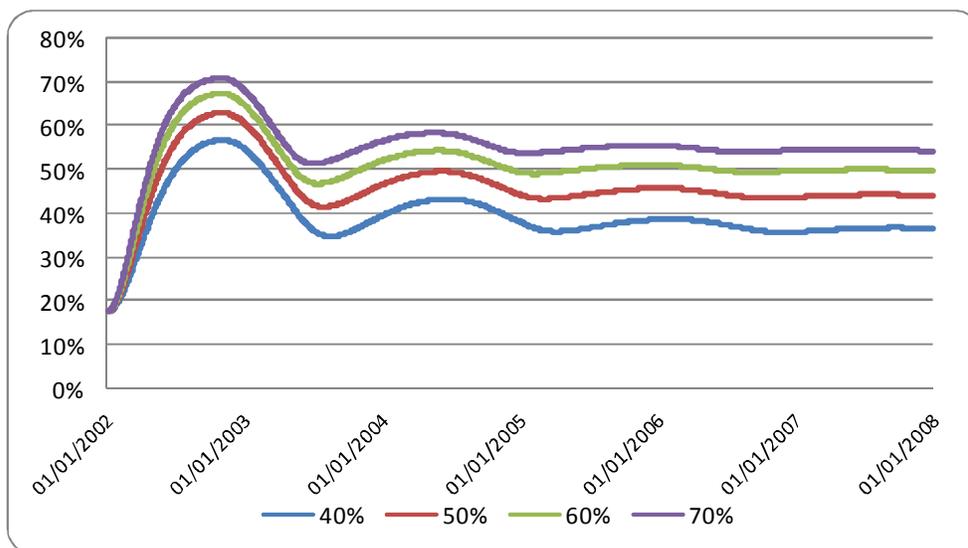


Figura 7-11. Efecto del market share deseado en la probabilidad de vigilar.

Se puede observar que a mayor el objetivo que persigue el competidor, mayor la necesidad de vigilar. Lo peculiar es que el líder sólo puede percibir las intenciones del retador a través de las acciones, con lo cual, la acción fuerte de agresividad inicial del retador hace que en el resto de la simulación el líder mantenga aún más alto los niveles de vigilancia. Es otras palabras, el líder aprende de la experiencia y esboza su estrategia en base a ello.

Esto último es indicación que el modelo logra reproducir la variación de la respuesta como consecuencia de la experiencia. El comportamiento observado se puede comparar con cuestiones desarrolladas en la Teoría de juegos.

El experimento de reiterados juegos del “Dilema del Prisionero” tiene como resolución equilibrio que ambos jugadores deben cooperar todas las veces en las que jueguen [Ross, D. 1997]. La explicación para esto es que una vez que se traiciona al otro jugador, este optara las siguientes veces por no cooperar, ante el miedo de perder aún más si coopera. Esto es exactamente lo sucede en el modelo: Las acciones agresivas que esgrime el retador al inicio logran el efecto de robar una pequeña porción de mercado, aunque en tiempo sustancialmente corto. Esto le sirve como indicación al líder de que debe cuidarse las espaldas, y por lo tanto, adopta esta estrategia a lo largo del tiempo.

## **7.2 *Análisis de sensibilidad estructural***

La dinámica de sistemas explica cómo la estructura genera el comportamiento. Vincular a lazos dominantes y cambios de dominancia, a patrones de comportamiento es crítico para obtener explicaciones del sistema.

En adición es importante determinar en qué parte de la estructura importa conocer la dominancia. En un mismo intervalo de tiempo, cada una de las variables puede ser gobernada por un lazo diferente. Esto hace que sea indispensable determinar para qué variable es importante conocer la dominancia. Esta variable es denominada “variable de interés”.

Otro punto importante a remarcar, es que la dominancia depende de las condiciones del resto del sistema.

Para conocer la dominancia, a su vez, es necesario hacer foco en los flujos del sistema. Existen tres tipos únicos de patrones de comportamiento basándose en las tasas de cambio de la variable de interés, los cuales dependen del valor absoluto de las mismas [Ford, D. 1997] [Richardson, G. 1995]: El primer patrón atómico es el lineal, el cual se obtiene cuando el flujo es constante. El segundo es un comportamiento exponencial, el cual se obtiene cuando la derivada del flujo es positiva. Por último, el comportamiento logarítmico se obtiene cuando la derivada es negativa.

Ford (1997) define el concepto de dominancia de la siguiente forma: “Un lazo domina el comportamiento de una variable durante un intervalo de tiempo, en una estructura dada y para un set de condiciones, cuando el lazo determina el patrón atómico del comportamiento de esa variable”. Esta definición permite que exista la dominancia de múltiples lazos sobre una misma variable.

### **7.2.1 Procedimiento de análisis**

El proceso para encontrar la dominancia de lazos [Ford, D. 1997] se puede observar a continuación:

1. Identificar la variable de interés.

2. Elegir el intervalo de tiempo a analizar.
3. Identificar que lazos tienen influencia sobre la variable, y proponer cual será primeramente sujeto a análisis.
4. Determinar la forma para desactivar el lazo.
5. Simular el comportamiento de la variable con el lazo desactivado.
6. Identificar los patrones atómicos que gobiernan a lo largo del intervalo de tiempo.
7. Repetir los pasos 3 a 6 para determinar dominancia múltiple con cada uno de los lazos que afectan la variable.

La aplicación del procedimiento anterior puede ser vista en el anexo.

### **7.2.2 Resultados del procedimiento**

Luego de aplicar el procedimiento al modelo, se llegó a la conclusión que, dadas las particularidades del mismo, los lazos 1 y 3, en su conjunto, dominan el comportamiento de las variables "Market Share del retador".

La forma de comportamiento final, sin embargo, indica que el lazo con mayor influencia sobre la variable bajo análisis es lazo reforzador 3. Esto se debe a que al desvincular el lazo del sistema se observa que la curva que describe la variable es decreciente, mientras que en el modelo sin alteraciones crece hasta llegar a un objetivo. Esto último es evidencia de que necesariamente el lazo reforzador, caracterizado por su comportamiento exponencial creciente, tiene gran efecto sobre la variable para que la misma genere la curva observada.

En otras palabras, el análisis anterior reafirma la hipótesis que el market share de un competidor de mercado es consecuencia en gran medida de la inversión que el mismo realice en marketing.



## 8 CONCLUSIONES

### *8.1 Conclusiones del caso de aplicación*

El análisis de sensibilidad y el proceso de validación en sí mismo, permitieron arribar a conclusiones interesantes sobre el caso estudiado. Por un lado, se pudo apreciar la relevancia de ciertos parámetros en el resultado final de la simulación. Parámetros sobre los que, muchas veces, cada participante del mercado puede modificar a su favor.

La proporción de las ventas o ingresos que cada competidor destine a actividades de marketing hace a la forma en la que será necesario o no tomar acciones repentinas. Se pudo corroborar que para el caso del líder, ciertos niveles sistemáticos de inversión desalientan al retador de tomar acciones agresivas. También, se pudo verificar que existe un nivel mínimo por debajo del cual se pierde rápidamente la participación de mercado que se tiene al inicio de la simulación. Así mismo, si el retador decidiera adoptar niveles mayores de inversión de manera continua, en el futuro no necesitara apelar a la agresividad en gran medida, lo cual puede resultar en menores gastos a largo tiempo.

Por otro lado, se pudo apreciar el efecto del objetivo perseguido por el retador. A mayor el objetivo, mayor la agresividad inicial, lo que eventualmente conduce a niveles mayores y continuos de vigilancia por parte del líder. Este se debe a que el líder aprende de situaciones pasadas y no se permite cometer nuevamente el mismo error. Esta forma de comportamiento da a entender que se puede estudiar con ayuda del modelo, la forma en que deben establecerse los objetivos del retador. Adecuar los mismos según el comportamiento esperado, podría llegar a permitir una penetración más profunda en el mercado por parte del retador.

Otro punto a destacar es la importancia del resultado del análisis estructural. El hecho de que el lazo 3 domine el comportamiento del sistema, permite llegar a la conclusión que definir las futuras inversiones en marketing en base a las ventas pasadas es una herramienta efectiva.

Finalmente, se puede concluir que a pesar de las simplificaciones y supuestos tomados, los resultados del modelo lograron imitar, en cierta medida, al

comportamiento real. Además, se lograron las condiciones de éxito al aprobar satisfactoriamente la validación del modelo sujeto al propósito del mismo.

## **8.2 Oportunidades de mejora**

Las sucesivas etapas del trabajo permitieron encontrar gran cantidad de oportunidades de mejora. Las mismas se encuentran enumeradas a continuación:

### 1. Incorporación del modelo a la cadena de suministros

El supuesto de que cada empresa persigue una market share mayor es una simplificación que se hace por dos razones: porque escapa al propósito del modelo, y porque permite no incluir las demás variables pertinentes para establecer cual es la participación óptima para cada empresa.

Sin embargo, sería de gran aporte poder vincular los efectos de la toma de decisión estratégica con todos los eslabones de la cadena. Por ejemplo, podrían incluirse variables tales como la capacidad productiva de cada empresa, los volúmenes de stocks y capacidad de almacenamiento, los canales de distribución, etc. Una variable muy interesante a incluir, también, es la de los recursos a los que cada una tiene acceso. Al ser finitos, pueden representar una restricción para el crecimiento.

Esta forma de modelo expandida, permitiría analizar cuestiones tales como el tamaño óptimo de la empresa, la rentabilidad e incluso la incidencia de las estrategias en la bolsa de valores.

### 2. Expansión del modelo a un oligopolio

En el trabajo se discute únicamente el caso en que existen dos competidores. Podría, por ejemplo, representarse al resto de los competidores como otro jugador participante. También, podría aplicarse a mercados con tres o cuatro competidores clave.

La complejidad de esta modificación reside en como diagramar el submodelo estratégico dado que implicaría agregar una o más dimensiones a la matriz.

### 3. Transformación del nivel de agregación del problema

Una vez comprendido el comportamiento general de la variable, puede ser de interés desarrollar un modelo que asista en la toma puntal de una decisión. Para hacer esto, es preciso desarrollar el mismo en un programa que permita a cada jugador tomar decisiones discretas respecto de un conflicto en particular<sup>8</sup>.

Un ejemplo sería que un jugador pueda optar una u otra estrategia en base a los niveles de inversión que estima realizó su oponente. Por ejemplo, el líder toma la premisa que si el retador realiza inversiones cercanas a los 2 millones de dolares, no tomará acción alguna, pero si lo hará para valores mayores. También, este nivel podría ajustarse a la situación del mercado en que se está. Es decir, que si el retador no cuenta con una participación de mercado amenazadora, el líder puede darse el lujo de desestimar acciones mientras que no puede hacer si le está pisando los talones.

De esta forma se está agregando al modelo estructuras condicional del tipo “Si – entonces”.

#### 4. Expandir el modelo para la situación de un mercado en crecimiento

Esta modificación implica agregar al modelo el concepto de lo que se conoce como “Marketing genérico”.

En un mercado en crecimiento las acciones de marketing de cada competidor contribuirán en una parte a incrementar su porción de mercado, y por otra parte a incrementar el tamaño del mercado en sí. Aquí es donde la demanda se vuelve una variable activa del modelo, ya que es afectada por los gastos de marketing. Para desarrollarlo puede llegar a aplicarse premisas utilizadas por Bass (2004) en su modelo.

#### 5. Incorporación del concepto de “Mind Share”

En mercados donde existe alta diferenciación de los productos es necesario incluir el efecto de la promoción sobre la imagen del producto. Se dice que, en estos casos, lo

---

<sup>8</sup> Para poder hacerlo se debe utilizar simulación discreta, en vez de continua.

que hace a las ventas de una empresa es el posicionamiento que tiene en la mente del consumidor.

Para reflejar esto, puede incorporarse una variable que represente qué marca es más importante para el consumidor, y como esta medida influye sobre las ventas. Esta variable suele conocerse en el ambiente del Marketing como Mind Share.

### **8.3 Notas finales**

Independientemente de los resultados del caso de estudio, existen varios puntos a destacar del trabajo realizado.

En primer lugar, se logró incorporar de manera exitosa dos herramientas de aplicación poco común, a un problema real y contemporáneo. En adición, al hacerlo, se pudo amoldar modelos teóricos a un contexto más cercano al real.

Por otro lado, el formato del modelo estratégico desarrollado permite ser aplicado a muchos otros casos y ámbitos: Implementación de regulaciones [Kim, D. Kim, D. 1997], decisiones sobre políticas ambientales, etc.

Por último, es importante destacar que en el proceso de elaboración del modelo, no sólo se han empleado conocimientos y conceptos adquiridos en la carrera de Ingeniería Industrial, sino que también se ha profundizado en cuestiones más allá del alcance de las materias cursadas.

## 9 ANEXO

### 9.1 Modelo de Stock y Flujos en Powersim

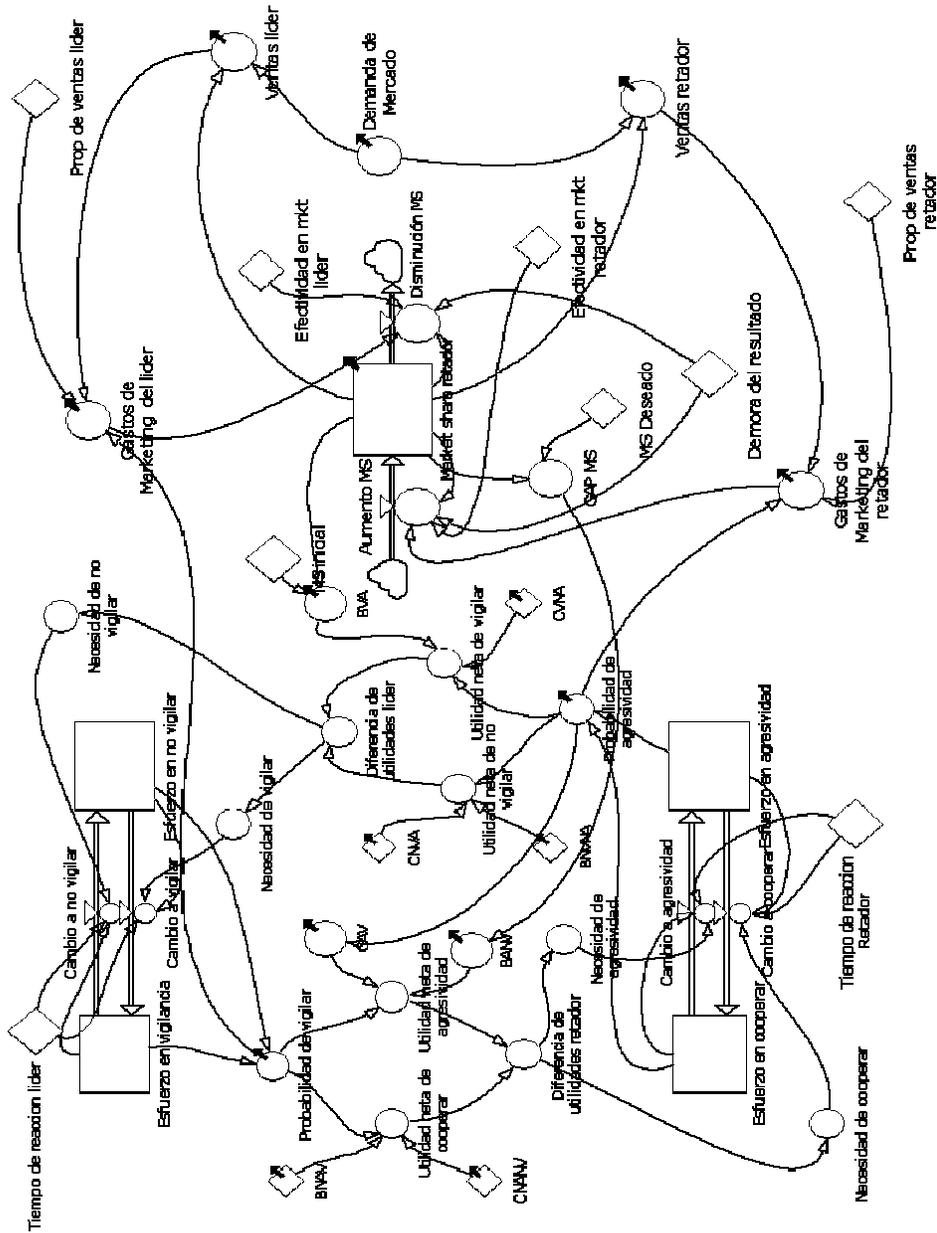


Figura 9-1. Modelo en POWERSIM®

## 9.2 Fórmulas del modelo teórico

Name	Unit	Definition
Aumento MS	%/da	$((1 - \text{'Market share retador'}) * (\text{'Efectividad en mkt retador'} * \text{'Gastos de Marketing del retador'})^{1/2}) / \text{'Demora del resultado'}$
BANV		$4 + \text{'GAP MS'} * (40/3)$
BNAV		3
BNVNA		3
BVA		$4 + ((\text{'Market share retador'} - \text{'MS inicial'}) / \text{'MS inicial'}) * (12/7)$
Cambio a agresividad	ue/da	$\text{'Esfuerzo en cooperar'} * \text{'Necesidad de agresividad'} / \text{'Tiempo de reaccion Retador'}$
Cambio a cooperar	ue/da	$\text{'Esfuerzo en agresividad'} * \text{'Necesidad de cooperar'} / \text{'Tiempo de reaccion Retador'}$
Cambio a no vigilar	ue/da	$\text{'Esfuerzo en vigilancia'} * \text{'Necesidad de no vigilar'} / \text{'Tiempo de reaccion lider'}$
Cambio a vigilar	ue/da	$\text{'Esfuerzo en no vigilar'} * \text{'Necesidad de vigilar'} / \text{'Tiempo de reaccion lider'}$
CAV		$1 + \text{'Probabilidad de agresividad'} * -5$
CNAV		2
CNVA		1
CVNA		2
Demanda de Mercado	USD	GRAPHCURVE(((TIME-STARTTIME)/TIMESTEP);0;180;{26;31;36;42;45;46;47;47,5;47,5;47//Min:25;Max:60//}<<USD>>)
Demora del resultado	da	20<<da>>
Diferencia de utilidades lider		$\text{'Utilidad neta de vigilar'} - \text{'Utilidad neta de no vigilar'}$
Diferencia de utilidades retador		$\text{'Utilidad neta de agresividad'} - \text{'Utilidad neta de cooperar'}$
Disminución MS	%/da	$(\text{'Market share retador'} * (\text{'Efectividad en mkt lider'} * \text{'Gastos de Marketing del lider'})^{1/2}) / \text{'Demora del resultado'}$
Efectividad en mkt lider	%/USD	3
Efectividad en mkt retador	%/USD	2
Esfuerzo en agresividad	ue	50
Esfuerzo en cooperar	ue	50
Esfuerzo en no vigilar	ue	50
Esfuerzo en vigilancia	ue	50
GAP MS	%	$\text{'MS Deseado'} - \text{'Market share retador'}$

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

Gastos de Marketing del lider	USD	'Ventas líder**Prop de ventas lider*(1+'Probabilidad de vigilar')
Gastos de Marketing del retador	USD	'Ventas retador**Prop de ventas retador*(1+'Probabilidad de agresividad')
Market share retador	%	30
MS Deseado	%	60
MS inicial	%	30
Necesidad de agresividad		GRAPH('Diferencia de utilidades retador';0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de cooperar		GRAPH('Diferencia de utilidades retador*-1;0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de no vigilar		GRAPH('Diferencia de utilidades lider*-1;0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de vigilar		GRAPHLINAS('Diferencia de utilidades lider';0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Probabilidad de agresividad		'Esfuerzo en agresividad/'('Esfuerzo en agresividad'+'Esfuerzo en cooperar')
Probabilidad de vigilar		'Esfuerzo en vigilancia/' ('Esfuerzo en no vigilar'+'Esfuerzo en vigilancia')
Prop de ventas lider	%	20
Prop de ventas retador	%	20
Tiempo de reaccion lider	da	40
Tiempo de reaccion Retador	da	40
Utilidad neta de agresividad		CAV**Probabilidad de vigilar'+BANV*(1-'Probabilidad de vigilar')
Utilidad neta de cooperar		BNAV**Probabilidad de vigilar'+CNANV*(1-'Probabilidad de vigilar')
Utilidad neta de no vigilar		CNVA**Probabilidad de agresividad'+BNVNA*(1-'Probabilidad de agresividad')
Utilidad neta de vigilar		BVA**Probabilidad de agresividad'+CVNA*(1-'Probabilidad de agresividad')
Ventas líder	USD	'Demanda de Mercado*(1-'Market share retador')
Ventas retador	USD	'Demanda de Mercado**Market share retador'

**Tabla 9-1. Fórmulas del modelo teórico**

### 9.3 Validación

#### 9.3.1 Fórmulas del caso de estudio

Name	Unit	Definition
Aumento MS	%/da	$((1 - \text{'Market share retador'}) * (\text{'Efectividad en mkt retador'} * \text{Gastos de Marketing del retador})^{(1/2)}) / \text{Demora del resultado}$
BANV		4 + 'GAP MS' * (6,029068111 )
BNAV		3
BNVNA		3
BVA		4 + (( 'Market share retador' - 'MS inicial' ) / 'MS inicial' ) * (2,060606061 )
Cambio a agresividad	ue/da	'Esfuerzo en cooperar' * 'Necesidad de agresividad' / 'Tiempo de reaccion Retador'
Cambio a cooperar	ue/da	'Esfuerzo en agresividad' * 'Necesidad de cooperar' / 'Tiempo de reaccion Retador'
Cambio a no vigilar	ue/da	'Esfuerzo en vigilancia' * 'Necesidad de no vigilar' / 'Tiempo de reaccion lider'
Cambio a vigilar	ue/da	'Esfuerzo en no vigilar' * 'Necesidad de vigilar' / 'Tiempo de reaccion lider'
CAV		1 + 'Probabilidad de agresividad' * -5
CNAV		2
CNVA		1
CVNA		2
Demanda de Mercado	USD	GRAPHCURVE(((TIME-STARTTIME)/TIMESTEP);0;360;{26445;28800;37455;40137;43626;46612;54885//Min:26000;Max:60000//}<<USD>>)
Demora del resultado	da	360<<da>>
Diferencia de utilidades lider		'Utilidad neta de vigilar' - 'Utilidad neta de no vigilar'
Diferencia de utilidades retador		'Utilidad neta de agresividad' - 'Utilidad neta de cooperar'
Disminución MS	%/da	$(\text{'Market share retador'} * (\text{'Efectividad en mkt lider'} * \text{Gastos de Marketing del lider})^{(1/2)}) / \text{Demora del resultado}$
Efectividad en mkt lider	%/USD	0,0036
Efectividad en mkt retador	%/USD	0,0032
Esfuerzo en agresividad	ue	25
Esfuerzo en cooperar	ue	75
Esfuerzo en no vigilar	ue	82,4461
Esfuerzo en vigilancia	ue	17,5539
GAP MS	%	'MS Deseado' - 'Market share retador'
Gastos de Marketing del lider	USD	'Ventas líder' * 'Prop de ventas lider' * (1 + 'Probabilidad de vigilar')

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

Gastos de Marketing del retador	USD	'Ventas retador**Prop de ventas retador*(1+'Probabilidad de agresividad')
Market share retador	%	33,6547552
MS Deseado	%	60
MS inicial	%	33,6547552
Necesidad de agresividad		GRAPH('Diferencia de utilidades retador';0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de cooperar		GRAPH('Diferencia de utilidades retador*-1;0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de no vigilar		GRAPH('Diferencia de utilidades lider*-1;0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Necesidad de vigilar		GRAPHLINAS('Diferencia de utilidades lider';0;4;{0;1//Min:0;Max:1//})
Probabilidad de agresividad		'Esfuerzo en agresividad'/'(Esfuerzo en agresividad'+Esfuerzo en cooperar')
Probabilidad de vigilar		'Esfuerzo en vigilancia'/'(Esfuerzo en no vigilar'+Esfuerzo en vigilancia')
Prop de ventas lider	%	27,0062917
Prop de ventas retador	%	28,4521068
Tiempo de reaccion lider	da	60
Tiempo de reaccion Retador	da	60
Utilidad neta de agresividad		CAV**Probabilidad de vigilar'+BANV*(1-'Probabilidad de vigilar')
Utilidad neta de cooperar		BNAV**Probabilidad de vigilar'+CNANV*(1-'Probabilidad de vigilar')
Utilidad neta de no vigilar		CNVA**Probabilidad de agresividad'+BNVNA*(1-'Probabilidad de agresividad')
Utilidad neta de vigilar		BVA**Probabilidad de agresividad'+CVNA*(1-'Probabilidad de agresividad')
Ventas Líder	USD	'Demanda de Mercado*(1-'Market share retador')
Ventas retador	USD	'Demanda de Mercado**Market share retador'

**Tabla 9-2. Fórmulas del modelo para la aplicación Colca-Cola - PEPSI**

### 9.3.2 Estimación del parámetro “Porc. de ventas destinado a marketing”

Para estimar el valor de este parámetro para cada una de las empresas, se utilizó la media del porcentaje histórico de los gastos respecto de las ventas. Los resultados se pueden observar en las siguientes tablas.

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

---

COCA-COLA (Millones)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio
Ventas netas	17.545	19.564	21.044	21.962	23.104	24.088	28.857	22.309
Valor estimado de gastos de mkt	5.570	5.375	5.605	5.765	6.175	6.357	6.874	5.960
Gastos de mkt como % de ventas	32%	27%	27%	26%	27%	26%	24%	27%

Tabla 9-3. Determinación del parámetro "Porc. de ventas destinado a marketing" - Coca-Cola

PEPSI CO (Millones)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio
Ventas netas	8.900	9.236	16.411	18.175	20.522	22.524	26.028	17.399
Valor estimado de gastos de mkt	3.165	2.586	2.008	5.901	6.744	7.564	8.704	5.125
Gastos de mkt como % de ventas	27%	28%	12%	32%	33%	34%	33%	28%

Tabla 9-4. Determinación del parámetro "Porc. de ventas destinado a marketing" - PEPSI

### 9.3.3 Modelos de regresión

#### 9.3.3.1 Gastos de Marketing en función de las ventas

Para verificar la existencia de correlación entre las variables Gastos de marketing y Ventas, se utilizaron los datos históricos para cada una de las empresas y se ajusto las series a un modelo de la forma observada en la ecuación (8-1). Los resultados pueden apreciarse a continuación.

$$Gastos\_de\_Marketing = a.Ventas \quad (9-1)$$

Se puede observar que en la fórmula no se incluyó una ordenada al origen. Esto se debe a que al ajustar a un modelo de esas características, los resultados no fueron satisfactorios.

- Coca-Cola

## Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

Estadísticas de la regresión	Valores
Coefficiente de correlación múltiple	0.997
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.994
R <sup>2</sup> ajustado	0.827
Error típico	498
Observaciones	7

Tabla 9-5. Estadísticas de la regresión Gastos de Marketing vs. Ventas - Coca -Cola.

ANÁLISIS DE VARIANZA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	248,873,709	248,873,709	1,004	0.0000006
Residuos	6	1,487,016	247,836		
Total	7	250,360,725			

Tabla 9-6. Análisis de varianza de la regresión Gastos de Marketing vs. Ventas - Coca-Cola.

Coefficientes	Valor	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
a	0,26	0,01	31,69	0,00	0,24	0,28	0,24	0,28

Tabla 9-7. Coeficientes de regresión de Gastos de Marketing vs. Ventas - Coca-cola.



Figura 9-2. Comparación de los gastos reales con modelo de regresión para Coca-Cola.

- PEPSI. CO.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	<i>Valores</i>
Coefficiente de correlación múltiple	0.98
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.95
R <sup>2</sup> ajustado	0.79
Error típico	1,333
Observaciones	7

Tabla 9-8. Estadísticas de la regresión Gastos de Marketing vs. Ventas – PEPSI

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	223,342,323	223,342,323	126	0.00010
Residuos	6	10,661,101	1,776,850		
Total	7	234,003,424			

Tabla 9-9. Análisis de varianza de la regresión Gastos de Marketing vs. Ventas – PEPSI

<i>Coefficientes</i>	<i>Valor</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
a	0,31	0,03	11,21	0,00	0,24	0,37	0,24	0,37

Tabla 9-10. Coeficientes de regresión de Gastos de Marketing vs. Ventas - PEPSI.

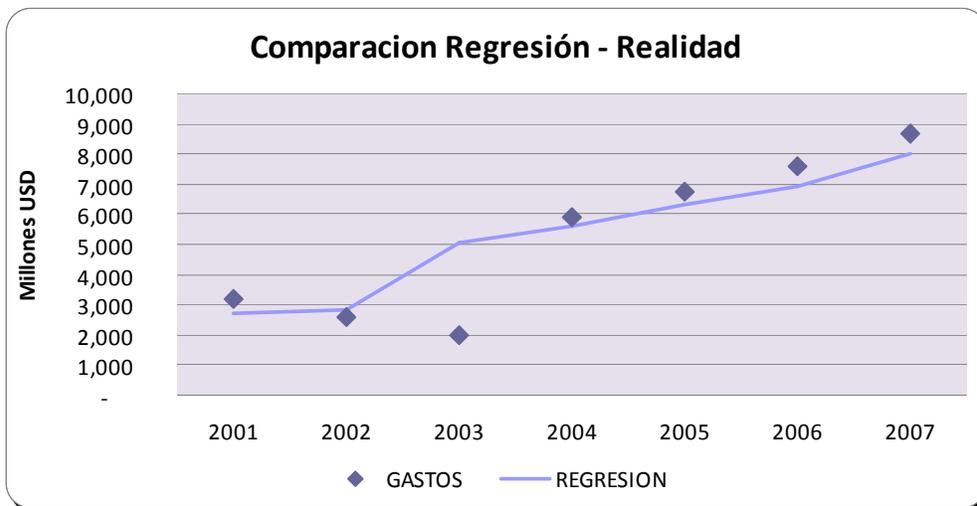


Figura 9-3. Comparación de los gastos reales con el modelo de regresión para PEPSI.CO.

### 9.3.3.2 Market share en función de los gastos de marketing

De igual forma, se calculó regresión la variable Market share de PEPSI.CO. en función de sus gastos de marketing y los de Coca-Cola. El modelo utilizado puede ser observado en la fórmula (8-2). Los resultados de la regresión se encuentran en las tablas a continuación (Tabla 9-11, Tabla 9-12 y Tabla 9-13).

$$\text{Market\_Share} = a.\text{Gastos\_MKT\_PEPSI} + b.\text{Gastos\_MKT\_COCA} \quad (9-2)$$

Estadísticas de la regresión	Valores
Coefficiente de correlación múltiple	1.00
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99
R <sup>2</sup> ajustado	0.79
Error típico	0.05
Observaciones	7

Tabla 9-11. Estadísticas de la regresión del Market share en función de los gastos de marketing de cada empresa.

ANÁLISIS DE VARIANZA	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2.000	1.282	0.641	299.154	0.000
Residuos	5.000	0.011	0.002		
Total	7.000	1.293			

Tabla 9-12. Análisis de Varianza de la regresión Market Share vs. Gastos de Marketing

Variables	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
a	8,08E-06	8,07E-06	1,00E+00	3,63E-02	-1,27E-05	2,88E-05	-1,27E-05	2,88E-05
b	6,43E-05	7,73E-06	8,33E+00	4,09E-04	4,45E-05	8,42E-05	4,45E-05	8,42E-05

Tabla 9-13. Coeficientes de la regresión Market Share vs. Gastos de marketing.



Figura 9-4. Comparación entre market share real y el modelo de regresión.

## **9.4 *Análisis de sensibilidad***

### **9.4.1 Aplicación del procedimiento de análisis estructural**

1. Identificación de la variable de interés.

Como indica el procedimiento, primero se define cual es la variable sobre la cuál se desea conocer la dominancia. El propósito del modelo es entender el impacto de las estrategias sobre las ventas. Entonces la variable de interés será aquella en relación directa con las ventas de cada competidor: el Market Share del retador.

2. Elección del intervalo de análisis.

Se determina que el intervalo a analizar es el total de los 7 años dado que es un corto período en sí. Es importante remarcar que el autor incluye este paso en la metodología haciendo referencia a simulaciones que se desarrollan en largos períodos de tiempo. Esto no sucede en el caso de estudio.

3. Identificar qué lazos afectan a la variable de interés.

Los lazo que accionan sobre la variable son cuatro: El lazo 1, “Equilibrio de la agresividad del retador”; el Lazo 2, “Acción balanceadora de los gastos de marketing del líder”; el Lazo 3, “Incentivo para la agresividad”; y el Lazo 5, “Crecimiento de los gastos de marketing del líder”.

La Figura 9-5 muestra los lazos involucrados.



Si se analiza el caso del lazo 1, se puede apreciar que las variables que lo integran están relacionadas con el resto de los lazos. Entonces, por ejemplo, si se decide eliminar el vínculo indicado en la Figura 9-6, se puede ver que se está cortando simultáneamente el lazo 4 y el lazo 1. Esto hace que al estudiar el resultado no se puede llegar a conclusiones sobre la dominancia del lazo.

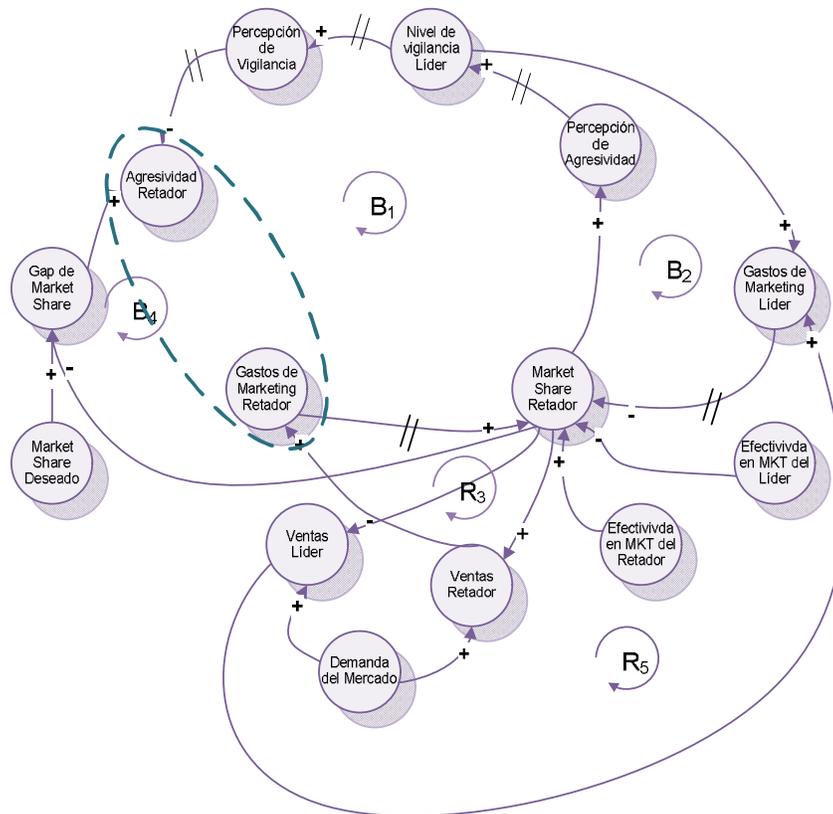
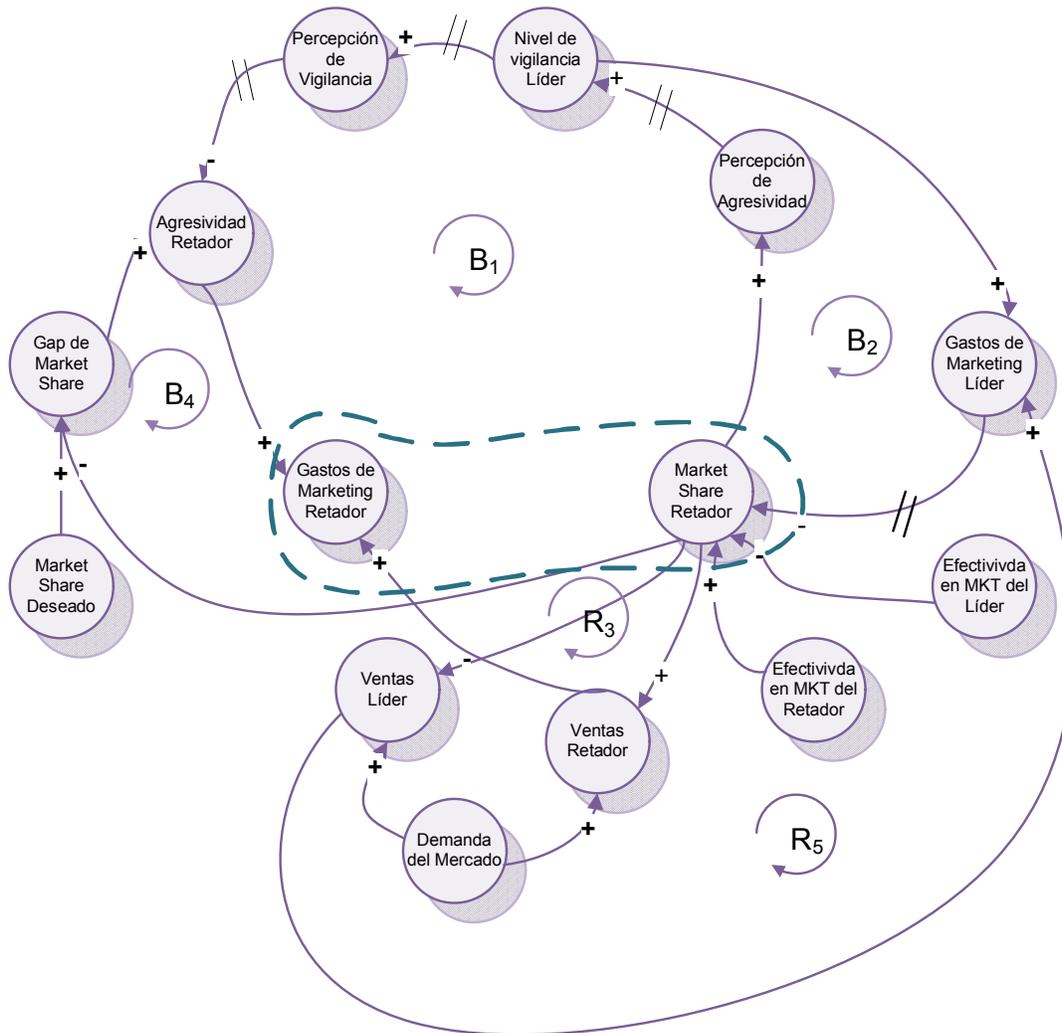


Figura 9-6. Eliminación del vínculo Agresividad-Gastos de marketing.

A simple vista, también uno podría llegar a la conclusión que se pueden eliminar al efecto del ensayo, tanto el vínculo “Percepción de vigilancia - Agresividad del Retador” como el vínculo “Nivel de Vigilancia del Líder – Percepción de vigilancia”. Sin embargo, al llevarlo al ámbito del modelo de simulación en Powersim® esto implicaría desagregar el submodelo “estratégico”, es decir, alterar la estructura de las matrices de pago, lo cual derivaría en el corte de otros lazos.

Se determina que una alternativa es cortar el vínculo “Gastos de marketing del retador – Market Share del retador” como ilustra la imagen.



**Figura 9-7. Eliminación del vínculo "Gastos de marketing del retador - Market share del retador".**

De esta forma se logra estudiar el efecto de los lazos 1 y 3 simultáneamente, y dado que uno es reforzador y el otro balanceador se puede estimar que lazo es responsable de cada forma de comportamiento. Cabe aclarar, por si el lector no lo ha notado, que el lazo 3 tampoco puede cortarse dado que el efecto repercutirá sobre otros lazos. Por ejemplo, si se corta el vínculo "Market Share del retador – Ventas del Retador", esto haría que las ventas totales fueran del líder, lo cual afectaría tanto al lazo 5 como 2. Es por esto que se considera la solución propuesta es la mejor alternativa.

La desvinculación de variables, entonces, se logra cambiando la fórmula (4-21) del flujo de entrada por cero.

Esta forma de desvincular lazos también puede aplicarse, en contrapartida, a los lazos 2 y 5. Aquí se presenta el mismo problema, tanto el lazo 5 como el 2 no pueden ser cortados de forma aislada. Al desvincular la variable “Gastos de marketing del líder” de la variable “Market share”, al menos se tiene la certeza de que está afectando únicamente a dos lazos cuya acción sobre la variable de interés es directa. La Figura 9-8 muestra el vínculo a romper.

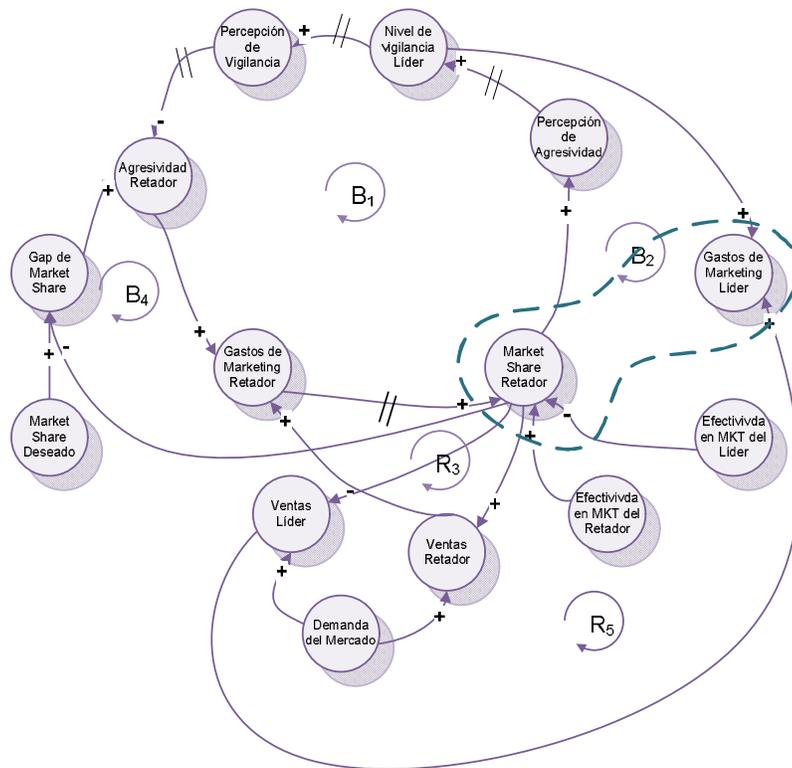


Figura 9-8. Eliminación del vínculo Gastos de marketing del líder - Market share del retador.

Nuevamente, la forma de desvincular es estableciendo que el flujo de salida de la variable sea igual a cero.

5. Simulación con la desactivación del lazo.

Luego de realizar las alteraciones mencionadas, se prosigue a simular manteniendo los valores de parámetros establecidos hasta el momento. Esto es de gran importancia dado que se puede hablar de dominancia sólo en cierto contexto definido.

6. Determinar que patrones gobiernan a lo largo de la simulación.

En primera instancia es necesario definir la situación inicial de comportamiento. Es decir, determinar los indicadores a cotejar antes de alterar la estructura.

El flujo neto que actúa sobre la variable es aquél que se expresa en la fórmula (4-20). Este representa la derivada primera de la variable. Para poder determinar la segunda derivada, es preciso analizar la expresión: El primer término, el flujo de entrada, es función del market share y de los gastos de marketing. Estos últimos son función de las ventas y de la probabilidad de ser agresivo. Las ventas son función del market share, dado que se determina al multiplicar su valor por un parámetro que cambia en el tiempo. La probabilidad de ser agresivo, también es función del market share, dado que las matrices de pagos varían el valor de sus componentes en base al mismo. Determinar la función resultante de este último vínculo es por más complejo. El lector podrá corroborar que sucede lo mismo si se analiza el flujo de salida.

Una manera de salvar este inconveniente es ajustando la curva de market share a una función conocida. Esto permitirá derivar la ecuación obtenida de forma sucesiva, y así encontrar la función que determine la derivada del flujo (derivada segunda de la variable). Dada la forma de la curva, se determina que se aproxima a una curva logarítmica. Para corroborarlo, se calcula la regresión de la serie en función del logaritmo natural del tiempo. Los cálculos pertinentes pueden ser encontrados en el próximo inciso. La Figura 9-9 muestra el resultado.

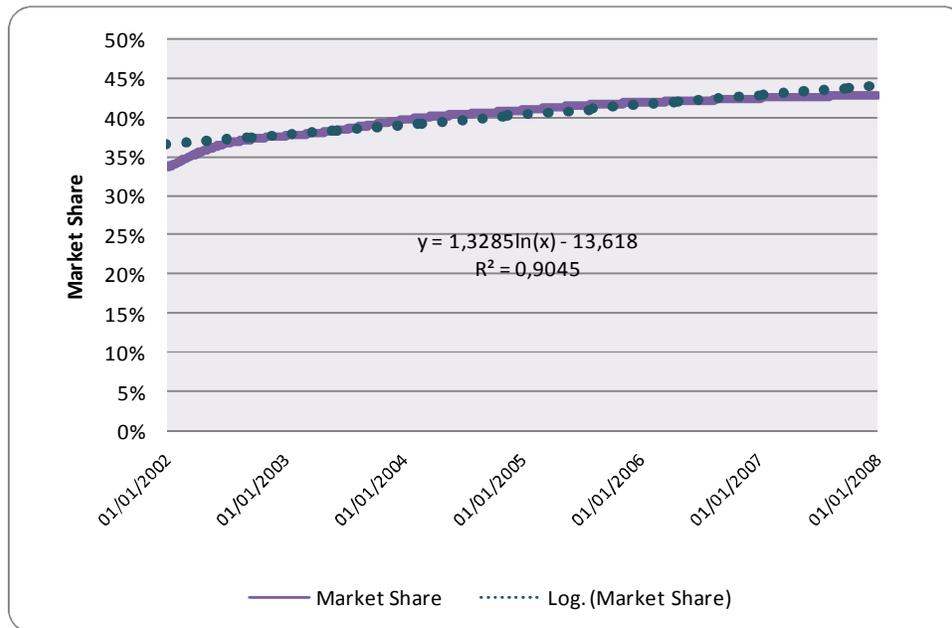


Figura 9-9. Aproximación logarímic del flujo de la variable "Market Share del retador".

Luego, se prosigue a derivar la función dos veces consecutivas obteniendo una función de la forma:

$$\frac{d^2MS}{dt^2} = \frac{Cte}{MS^2} \quad (9-3)$$

Dado que la función original es una función logarítmica, la derivada segunda es negativa, correspondiéndose con un patrón atómico logarítmico a lo largo de toda la simulación. En la Figura 9-10 se puede apreciar la evolución de la segunda derivada a lo largo del tiempo.

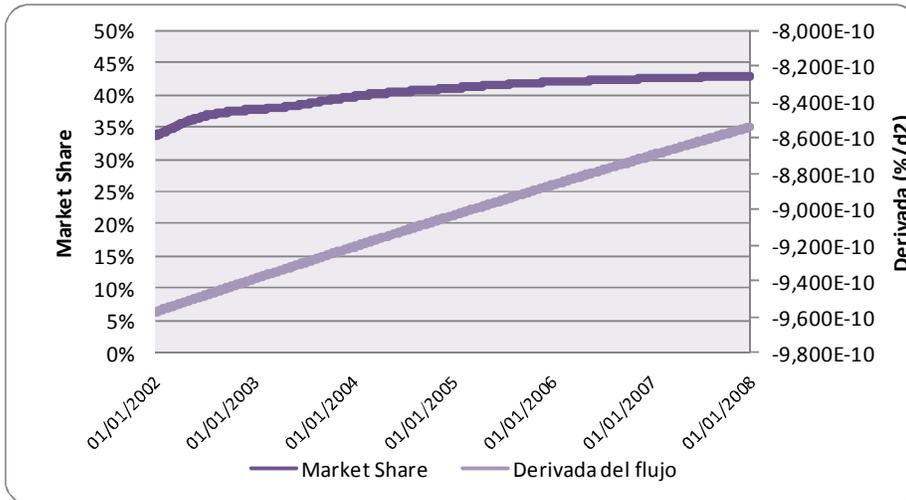


Figura 9-10. Variable Market Share del retador y su derivada segunda.

Una vez determinado el punto de partida se prosigue a evaluar el efecto de cortar los lazos 1 y 3. Nuevamente, ante la imposibilidad de encontrar la expresión certera que representa el market share del retador, se ajusta la curva a una función conocida. Aquí, se consideró que la forma de la curva indicaba un comportamiento exponencial negativo. La siguiente figura muestra los resultados.

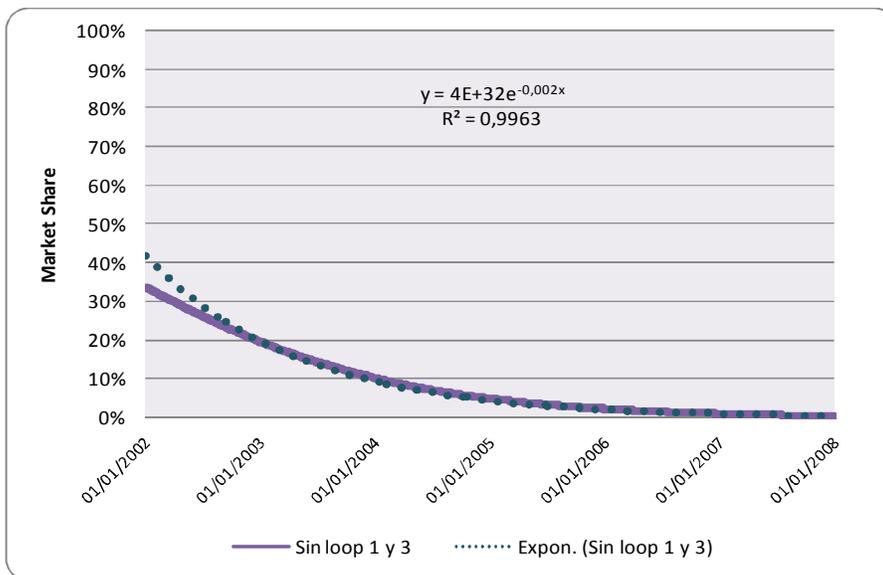


Figura 9-11. Ajuste de la curva de market share, sin la influencia de los lazos 1 y 3, a una función logarítmica.

Dada la forma de la expresión, se puede verificar que la derivada segunda será siempre positiva. Lo anterior puede apreciarse en la Figura 9-12.

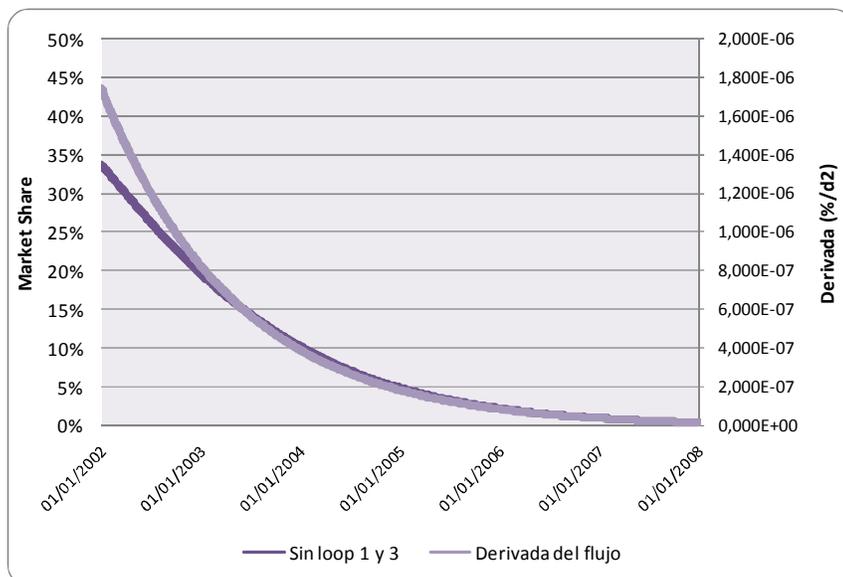


Figura 9-12. Market share y su derivada segunda, cuando se desvinculan el lazo 1 y 3.

Esta forma de comportamiento se corresponde con un patrón atómico exponencial. El hecho que el patrón cambie de logarítmico a exponencial, da indicación de que los lazos 1 y 3 dominan a lo largo de toda la simulación. Si se compara esta forma con la original, se puede apreciar que contrariamente a la primera, esta curva desciende hasta cero. Es decir que para lograr el comportamiento creciente, debe de ser muy importante la influencia del lazo 3, el cual es reforzador. Además, la forma en que el lazo 1 afecta a la variable “Gastos de marketing” da a entender que su función es la de atenuar o exacerbar el comportamiento del lazo 3. Esto último se encuentra en completa concordancia con lo que ocurre en la realidad.

Usualmente, las estructuras son más sensibles a los cambios estructurales que afectan lazos positivos que lazos negativos [Tank-Nielsen, C. 1980]. Esto se debe a que un lazo positivo incentiva el comportamiento exponencial. Un lazo negativo, en cambio tiene efecto balanceador, y como consecuencia, estabiliza el comportamiento del modelo. Es por esto que agregar o quitar un lazo positivo puede tener impacto sustancial en las conclusiones sobre el modelo. La única forma en que un lazo negativo logra impactar en el modelo, es si interactúa con otro lazo de igual naturaleza.

7. Repetir el procedimiento para otros lazos en busca de dominancia múltiple.

Luego de haber realizado la experiencia de cortar los lazos 1 y 3, se prosigue de igual forma para los lazos 2 y 5. En este caso, el comportamiento se ajustó mejor a una curva logarítmica.

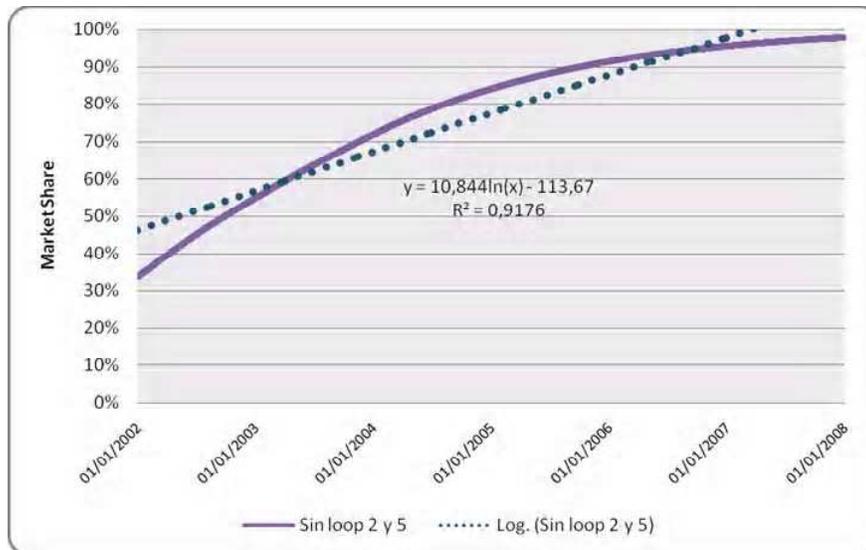


Figura 9-13. Comportamiento de la variable sin la influencia del lazo 2 y 5.

Si se grafica la curva junto con su derivada segunda, se encuentra un resultado similar al de la simulación sin alteración del estructura. La Figura 9-14, muestra que el patrón atómico es también logarítmico. Esto último evidencia que la dominancia de los lazos 2 y 5 no es sustancial.

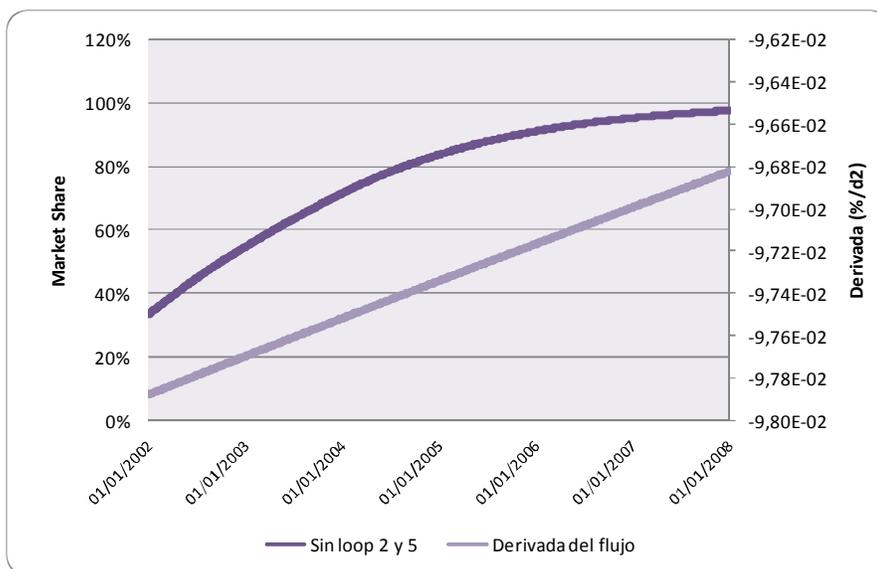


Figura 9-14. Variable Market share y su derivada segunda sin la influencia de los lazos 2 y 5.

Se concluye, entonces, que los lazos dominantes son, a primera vista, los lazos 1 y 3. Sin embargo, al comparar las curvas original y alterada, se puede además intuir que es necesario para el lograr el comportamiento observado una fuerte influencia positiva, siendo entonces el lazo 3 el mejor candidato de dominancia.

Cabe aclarar que la función del resto de los lazos es el de atenuar el efecto del lazo 3, dado que sin el efecto de los mismos, se observaría un exponencial positiva y este claramente no es el caso.

## 9.4.2 Modelos de regresión utilizados en el análisis estructural

### 9.4.2.1 Regresión de la variable Market Share sin alterar la estructura

Para poder conocer la derivada segunda de la curva del Market Share del retador, fue necesario ajustar a la misma a una función conocida.

Dada la forma de dicha curva, se calculó el buen ajuste al modelo de la ecuación (8-4).

$$Market\_Share = a + bLn(tiempo) \quad (9-4)$$

El resultado de la regresión se puede encontrar a continuación.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	<i>Valores</i>
Coeficiente de correlación múltiple	0.95
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.90
R <sup>2</sup> ajustado	0.90
Error típico	0.01
Observaciones	2,161

**Tabla 9-14. Estadísticas de la regresión de Market share vs Tiempo.**

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	1.04	1.04	20,448	-
Residuos	2159	0.11	0.00		
Total	2160	1.15			

**Tabla 9-15. Análisis de varianza de la regresión del Market share vs. Tiempo.**

<i>Coefficientes</i>	<i>Valores</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
a	- 13,62	0,10	- 138,89	-	- 13,81	- 13,43	- 13,81	- 13,43
b	1,33	0,01	143,00	-	1,31	1,35	1,31	1,35

**Tabla 9-16. Coeficientes de la regresión del Market share vs. Tiempo.**

#### 9.4.2.2 Regresión de la variable Market Share desactivando los lazos 1 y 3

Al eliminar el vínculo de la variable con los lazos 1 y 3, la curva que describe el market share se asemeja a una exponencial negativa. Para obtener una función conocida, a partir de la cual poder obtener una derivada segunda, se ajusta la curva a la siguiente ecuación.

$$\text{Market\_Share} = a.e^{b.Tiempo} \quad (9-5)$$

La ecuación anterior se puede transformar a su forma lineal, para hacer uso de las herramientas de regresión conocidas.

$$\ln(\text{Market\_Share}) = \ln(a) + b \cdot \text{Tiempo} \quad (9-6)$$

El resultado del ajuste puede observarse a continuación.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	<i>Valores</i>
Coefficiente de correlación múltiple	0,998
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,996
R <sup>2</sup> ajustado	0,996
Error típico	0,079
Observaciones	2.161

**Tabla 9-17. Estadísticas de la regresión Market Share vs. Tiempo sin la acción de los lazos 1 y 3.**

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3.599	3.599	582.220	-
Residuos	2.159	13	0		
Total	2.160	3.613			

**Tabla 9-18. Análisis de Varianza de la regresión Market Share vs. Tiempo sin la acción de los lazos 1 y 3.**

<i>Coefficientes</i>	<i>Valores</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Ln a	75,103	0,103	732,663	-	74,902	75,304	74,902	75,304
b	- 0,002	0,000	- 763,033	-	- 0,002	- 0,002	- 0,002	- 0,002

**Tabla 9-19. Coeficientes de la regresión Market Share vs. Tiempo sin la acción de los lazos 1 y 3.**

#### 9.4.2.3 Regresión de la variable Market Share desactivando los lazos 2 y 5

Nuevamente, ante la necesidad de ajustar la curva del market share se calcula la regresión de la serie de tiempo adaptándola a una función conocida. Al desvincular los lazos 2 y 5, la curva adopta una forma logarítmica. Con lo cual, se decide ajustar la misma a la ecuación (8-4).

El resultado de la regresión se presenta a continuación.

Impacto de la estrategia de marketing en las ventas: el caso de un duopolio

<i>Estadísticas de la regresión</i>	<i>Valores</i>
Coefficiente de correlación múltiple	0.96
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.92
R <sup>2</sup> ajustado	0.92
Error típico	0.05
Observaciones	2,161

**Tabla 9-20. Estadísticas de la regresión Market Share vs. Tiempo sin la acción de los lazos 2 y 5.**

<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	69	69	24,044	-
Residuos	2,159	6	0		
Total	2,160	75			

**Tabla 9-21. Análisis de varianza de la regresión Market Share vs. Tiempo sin la acción de los lazos 2 y 5.**

<i>Coefficientes</i>	<i>Valor</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercept	- 113.676	0.738	- 154.011	-	-	115.123	-	112.228
Tiempo	10.844	0.070	155.060	-	10.707	10.981	10.707	10.981

**Tabla 9-22. Coeficientes de la regresión Market Share vs. Tiempo sin acción de los lazos 2 y 5.**

## 10 BIBLOGRAFÍA

- I. Aracil, J. 1995. *Dinámica de Sistemas*. 88 páginas. Editorial Isdefe. ISBN: 84-68338
- II. Barlas, Y. 2002. *System Dynamics: System Feedback Modelling for Policy Analysis*. *Encyclopedia of Life Support System*. Páginas 1131-1175.
- III. Barlas, Y. 1989. *Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models*. *European Journal of Operational Research*. Páginas 59-87.
- IV. Barlas, Y. 1996. *Formal aspects of model validity and Validation in System Dynamics*. *System Dynamics Review*. Volumen 12. Número 3. Páginas 183-120.
- V. Bass, F. 2004. *Generic and Brand Advertising in a Dynamic Duopoly*. University of Texas at Dallas, Richardson.
- VI. Brady, M. 2004. *Impact of Advertising on duopoly competition*. Irish Academy of Management Annual Conference, Trinity College.
- VII. Breierova, L. Choudhari, M. 1996. *An introduction to sensitivity analysis*. MIT System Dynamics in Education Project.
- VIII. Broom, M. 2004. *Evolutionary Games with variable payoff*. Centre for statistics and Stochastic modelling, Department of Mathematics, University of Sussex, United Kingdom.
- IX. Chintagunta, P. y Vilcassim, N. 1992. *An Empirical Investigation of Advertising strategies in a Dynamic Duopoly*. *Management Science*. Volumen 38. Número 9. Páginas 1230-1244.
- X. Clemson, B. Tang, Y. Pune, J. Unal, R. 1993. *Efficient methods for sensitivity analysis*. *System Dynamics Review*. Volumen 11. Número 1. Pág 31-49.
- XI. Coca-Cola Annual Reports. <http://www.thecoca-colacompany.com/investors/annual-other-reports.html>
- XII. Conversación con Francisco Massa, empleado de Aguas Danone de Argentinas S.A.
- XIII. Conversación con Maren Lau y Rolando Meyer, profesores de la cátedra de Marketing del I.T.B.A.

- XIV. Cournot, Augustin. 1838. *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*. Hachette.
- XV. Courtney, Hugh. 2001. *20/20 Foresight: Crafting Strategy in an Uncertain World*. Harvard Business School. 209 páginas. ISBN: 1578512662.
- XVI. Ford, D. 1997. *A behavioral approach to feedback loop dominance analysis*. Department of information science. University of Bergen.
- XVII. Forrester, J. 1961. *Industrial Dynamics*. 464 páginas. Editorial Productivity Press. ISBN : 0-915299-88-7.
- XVIII. Forrester, J. Senge, P. 1980. *Test for building confidence in system dynamics models*. Massachusetts Institute of Technology.
- XIX. Friedman, D. 1998. *On economic applications of evolutionary game theory*. *Journal of Evolutionary Economics*. Número 8. Páginas 15-43.
- XX. Friedman, J. 1992. *The Interaction between Game Theory and Theoretical Industrial Economics*. *Scottish of Political Economy*. Volumen 39. Número 4. Páginas 353-373.
- XXI. Fruchter, G. 1999. *The Many-Player Advertising Game*. *Management Science*. Volumen 45. Número 11. Páginas 1609-1611.
- XXII. Hanssen, D. 1980. *Competitive Behavior and Time Series Analysis*. *Marketing Response*. Kluwer Academic Publishers. Páginas 470-485.
- XXIII. Hassan, Q. 2005. *Structural Validation of System Dynamics and Agent-Based simulation Models*. 19<sup>th</sup> European Conference on Modelling and Simulation.
- XXIV. Hofbauer, J. y Sigmund, K. 2003. *Evolutionary Game Dynamic*. *Bulletin of the American Mathematical Society*. Volumen 40. Número 4. Páginas 479-519.
- XXV. Horsky, D. 1988. *Dynamic Advertising Strategies of Competing Durable Goods Producers*. *Marketing Science*. Volumen 7. Número 4. Páginas 356-367.
- XXVI. Kim, D. Kim, D. 1997. *A system dynamics model for a mixed-strategy game between police and driver*. *System Dynamics Review*. Volumen 13. Número 1. Páginas 33-52.
- XXVII. Kotler, P. 2001. *Dirección de Marketing*. 792 páginas. Editorial Pearson. ISBN: 968-444-422-2

- XXVIII. Kulatilaka, N. Perotti, E. 1998. *Strategic Growth Options*. *Management Science*. Volumen 44. Número 8. Páginas 1021-1031.
- XXIX. Lambertini, Luca. Cellini, Roberto. 2001. *Advertising in a Differential Oligopoly Game*. *Universidad de Catania y Universidad de Bologna*.
- XXX. Martinez, E. *Teoría de Juegos: Donkey games*.
- XXXI. Mass, N. Senge, P. 1978. *Alternative tests for the selection of model variables*. *System, Man and Cybernetics*. Volumen 8. Páginas 450-459.
- XXXII. Pepsi. Co. Annual Reports. <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=78265&p=ird-reportsannual>
- XXXIII. Pérez, J. Jimeno, J. Cerdá, E. 2004. *Teoría de Juegos*. 513 páginas. Editorial Pearson. ISBN 84-205-3726-8.
- XXXIV. Richardson, G. 1995. *Loop polarity, loop dominance, and the concept of dominant polarity*. *System Dynamics Review*. Volumen 11. Número 1. Pág 67-88.
- XXXV. Richardson, G. Pugh, A. 1981. *Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo*. 413 páginas. Editorial Productivity Press. ISBN: 0-915299-24-9.
- XXXVI. Ross, D. 1997. *Game theory*. *Stanford encyclopedia of philosophy*.
- XXXVII. Sterman, D. 2000. *Business Dynamics*. 982 páginas. Editorial McGraw-Hill. ISBN 0-07-231135-5.
- XXXVIII. Tank-Nielsen, C. 1980. *Sensitivity analysis in system dynamics*. *Elements of the system dynamics method*. Pág 185-204. Editorial Productivity Press.
- XXXIX. *The New York Times*, 2007. *I'd like to sell the world a coke*. May 27, 2007.
- XL. *Time*, 1982. *Burger Brawls*. *Time Magazine*. October 11, 1982.
- XLI. Wiston, W. 2005. *Investigación de Operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. 1418 páginas. Editorial Thomson. Cuarta edición.
- XLII. Zahra, S. Chaples, S. 1993. *Blind spots in Competitive Analysis*. *Academy of Management Executive*. Volumen 7. Número 2. Páginas 7-28.