

# Modelo matemático para la construcción de índices de diferenciación estratégica

Gabriel Turbay Bernal<sup>1</sup>

Recibido: septiembre de 2006 - Aprobado: octubre de 2006

## RESUMEN

Medir convergencia estratégica es un factor clave para determinar la atractividad y el grado de erosión de utilidades de un sector. En este trabajo se analizan supuestos en la construcción de índices de diferenciación estratégica (IDE) y el concepto de “*atributos extendidos de producto*” con sus implicaciones estratégicas. Se propone una aproximación sistémica de tipo epistemológico para: categorizar y describir atributos, construir una métrica universal de valor, y elaborar IDE. El modelo de IDE utiliza el espacio  $m$ -dimensional de atributos y el volumen del  $(n-1)$ -simplex de  $n$  productos que compiten. Con simulaciones dinámicas determinísticas y Montecarlo se demuestra el desempeño de los IDE.

**Palabras clave:** convergencia estratégica, índices de diferenciación, atributos extendidos de producto, simulación Montecarlo.

## ABSTRACT

*To measure strategic convergence and related profit erosion are key steps in determining the attractiveness of an industry. The basic assumptions underlying the construction of strategic differentiation indices (SDIs) are analyzed. A systemic approach with epistemological considerations is proposed (1) to categorize and describe product attributes, (2) to build the components of a universal value metric and (3) to construct SDIs. The mathematical model uses the  $m$ -dimensional product attribute space and the  $(n-1)$ -simplex volume defined by  $n = m+1$  competing products. Average attribute dispersion measures are also used. SDIs performance is exhibited in dynamic, deterministic and Monte-Carlo simulated scenarios.*

**Key Words:** Strategic convergence, differentiation indexes, extended product attributes, Montecarlo simulation.

---

<sup>1</sup> PhD Profesor investigador. Facultad de Administración de la Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: gabriel.turbay@urosario.edu.co.

## 1. INTRODUCCIÓN

Investigaciones recientes en el nivel global apuntan a desentrañar la complejidad de la dinámica de los sectores estratégicos. Se trata de dar respuestas a interrogantes clave sobre las razones que subyacen los desempeños superiores y la discrepancia de utilidades entre sectores y entre las empresas que los conforman.

En línea con los desarrollos pioneros de Porter (1979, 1996), donde muestra la rentabilidad de los sectores como una resultante de las cinco fuerzas competitivas de su modelo y el declinar de la misma por convergencia competitiva, Natterman (2000) señala, y Markides Natterman y otros (2003) demuestran, la convergencia estratégica o hacinamiento como razón principal de la erosión de la rentabilidad sectorial. Al conocer el grado de hacinamiento estratégico<sup>2</sup> de un sector se puede determinar el grado de atractividad del mismo.

Nattermann propone una metodología para construir Índices de Diferenciación Estratégica (IDE), y con Markides y otros utilizan un índice de diferenciación con datos del sector de telefonía celular en Alemania duran-

te el periodo de 1992 a 1998, donde se identifica un declinar en diferenciación entre las firmas acompañado de una caída de los márgenes de utilidad. Conjuntamente se da un aumento en rivalidad reflejado en el incremento significativo de los gastos de publicidad. Markides, con Larsen y Gary (2003), demuestran la erosión de la rentabilidad de los sectores mediante una simulación construida sobre un autómatas celular sobrepuesto sobre un paisaje estratégico de dos dimensiones.

Los índices de Natterman se construyen utilizando regresiones hedónicas de los atributos de los productos sobre el precio. La regresión hedónica permite establecer una correspondencia funcional entre los atributos extendidos de los productos y valores en un espacio unidimensional de características valoradas (calidad). La relación precio-características de producto, permite describir las firmas en un espacio bidimensional. Tal descripción se denomina: paisaje estratégico. Es sobre la relación precio-características de producto que se define el índice de diferenciación. estratégica.

Uno de los inconvenientes que pueden apreciarse al construir los índices con base en regresiones hedónicas radica en la medida estratégica unidimensional de calidad que se utiliza para medir la distancia entre las firmas como señal de proximidad estratégica o falta de diferenciación. Es claro que en cualquier dos corres-

<sup>2</sup> El trabajo aquí realizado es parte de la investigación de la Facultad de Administración de la Universidad del Rosario (FAEN) en la línea Análisis Estructural de Sectores Estratégicos y sigue los lineamientos y protocolos establecidos por Restrepo (2004)-1. Todo lo escrito en este documento refleja únicamente los puntos de vista del autor.

pondencias lineales, atributos altamente diferenciados unos de otros pueden darnos el mismo valor funcional. Ejemplo: para medidas de ponderación de dos atributos de producto  $\beta_1 = .8$  y  $\beta_2 = .2$  y características numéricas del producto  $\Psi_{11} = 3$ ,  $\Psi_{12} = 9$  para el producto 1 y  $\Psi_{21} = 5$ ,  $\Psi_{22} = 1$  para el producto 2, el hecho que  $\beta_1 \Psi_{11} + \beta_2 \Psi_{12} = \beta_1 \Psi_{21} + \beta_2 \Psi_{22} = 4.2$  no implica falta de diferenciación sino una valoración compensada de atributos altamente diferenciados.

La anterior observación sugiere desarrollar índices de convergencia estratégica con metodologías alternas y tratar en lo posible de que los índices obtenidos no padezcan de este tipo de incongruencias, y si presentan tales debilidades poder detectar su ocurrencia. Así, el objetivo principal de este trabajo es proponer la construcción de índices de diferenciación estratégica robustos, con medidas concurrentes que permitan identificar y corregir incongruencias si estas se llegan a presentar (como formas de degeneramiento estructural). También se busca construir los IDE fundamentados en criterios que permitan definir y medir los atributos de producto de manera organizada y precisa, desde una perspectiva epistemológica.

## 2. COMPONENTES DEL MODELO MATEMÁTICO

Los IDE propuestos por Natterman (2000) requieren de una medición

numérica de los atributos de los productos. No solo los físicos sino también los del entorno comercial de mercadeo de los productos, tales como los segmentos de mercado, los canales de distribución, la publicidad y las ubicaciones. Es el grado de acercamiento en el tiempo de estos atributos extendidos el que sirve de indicador empírico para concluir hacinamiento estratégico en un sector. Este es un supuesto básico que esta implícito en los IDE existentes y en los que se van a desarrollar en este trabajo. Por esto, la caracterización de atributos extendidos de productos requiere de una aproximación metodológica práctica que permita su medición y aplicación en estudios sectoriales de campo.

A continuación se describen los productos que compiten en un sector, como resultados sistémicos de actividades y procesos de transformación que tienen un propósito o fin y que son sujetos a su vez de ser transformados, formando parte de una cadena de interacciones de creación de valor, de la cual depende su existencia y perdurabilidad en el tiempo. Podría decirse que el fin último de toda estrategia es la creación sostenible de valor y que de la creación de valor depende la perdurabilidad de las empresas en los sectores.

Se distinguen dos conceptos o tipos de valor: (1) El valor agregado que está definido por el sistema de precios de una economía de mercado y

(2) el valor creado y percibido por el usuario o consumidor que participa en el mercado. Existen importantes relaciones de estos valores entre sí y con los atributos extendidos del producto. Cualquier aproximación hacia una métrica universal del valor requiere de un modelo de valor agregado y de una caracterización genérica de atributos de productos cuya evolución en el tiempo permita reflejar la estrategia.

### 2.1. Arquetipo sistémico del valor agregado y actividades

La descripción sistémica de una actividad, proceso o transformación se conoce como la “caja negra”. Su descripción cuantitativa se conoce en programación matemática como la función elemental<sup>3</sup> y es la unidad básica de construcción sistémica. Su estructura conformada por: insumos, transformación y producto se denomina *actividad* y es la unidad fundamental del análisis de actividades en programación lineal. Koopmans (1951) la denomina el “átomo conceptual de tecnología”. El conjunto de funciones elementales en un sis-

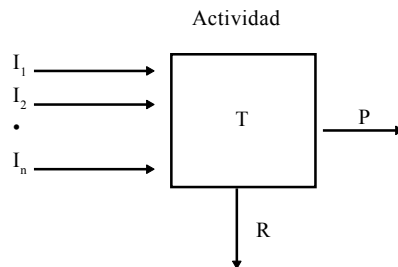
tema de producción conforma la matriz de tecnológica del mismo.

Un tendencia que parece acentuarse en el pensamiento estratégico de Porter entre 1976, 1980 y 1996, es la de integrar una visión holística de tipo sistémico en su análisis. En 1996 observa, desarrollando conceptos introducidos en 1980, que: “las actividades son las unidades básicas de la ventaja competitiva” y destaca la importancia constitutiva de estas y de su acoplamiento (fit) en la definición de la estrategia de las organizaciones.

Las observaciones anteriores tienen como objeto destacar la importancia del concepto de actividad como unidad sistémica, de su papel en el proceso de creación de valor y de la utilización de su estructura como herramienta en la medición y evaluación del desempeño, y por tanto en la construcción de índices y de indicadores.

En el diagrama a continuación,  $I_i, i=1, \dots, n$ , denota los insumos, R el residuo y P el producto obtenido por una transformación T.

FIGURA 1.



<sup>3</sup> Dantzig (1963) comenta que el término “actividad” es de origen militar. Fue adoptado en preferencia al término “proceso” usado por von Neumann (1937-1) en *Un modelo de equilibrio económico general*

En una economía de mercado el producto y los insumos tienen precios de mercado, y, en este contexto, el valor agregado de la transformación o proceso (conjunto de actividades) viene dado por:

$$V.A. = V(P) - \left[ \sum_{j=1}^n V(I_j) \right] - V(R)$$

Asumiendo que el valor de disponer de los residuos, que de una manera u otra afectan el medio ambiente, puede considerarse como otro costo-insumo<sup>4</sup> del proceso, entonces se tiene:

$$V.A. = V(P) - \sum_{j=1}^{n+1} V(I_j)$$

La tasa de valor agregado  $\rho$  calculada a continuación se convierte en el mejor indicador de productividad global de los procesos

$$\rho = \frac{V(P)}{V(I)},$$

donde

$$V(I) = \sum_{j=1}^{n+1} V(I_j)$$

Claramente,  $\rho > 1$  implica que el proceso es productivo; de lo contrario, el proceso es improductivo.

En relación con la descripción sistémica de las actividades y procesos, se quiere identificar atributos genéricos de los productos con el objeto de poder construir una métri-

ca del valor con base en tales atributos. Es claro que el precio y el costo de cualquier producto son atributos del mismo. Claramente hay otros atributos que contribuyen a la creación de valor y que son elementos donde puede darse la diferenciación de los productos.

En general puede pensarse que todo producto o salida de un proceso es un insumo o entrada de otro proceso, de manera que como elementos de la cadena de valor tanto insumos como productos están sujetos a una misma caracterización de atributos genéricos o categorías que permitan la construcción de una métrica universal del valor en una economía de mercado.

## 2.2 Atributos de producto

En la búsqueda del conocimiento, desde Aristóteles hasta nuestros días, filósofos y pensadores como Leibniz, Kant, Hegel y Pierce se han esforzado por categorizar los atributos de la realidades que los seres humanos experimentan: objetos, ideas, emociones, etc. y han tratado de simplificar los pioneros planteamientos aristotélicos.

Aristóteles introdujo 10 distinciones categóricas de los objetos de conocimiento que son atributos de estos o predicados que se pueden decir de estas realidades, y se conocen como las categorías aristotélicas: sustancia, cantidad, cualidad, relación, lu-

<sup>4</sup> También puede considerarse arbitrariamente como un producto con valor negativo.

gar, tiempo, postura, acción, pasión y hábito. La realidad histórica es que las categorías aristotélicas han permanecido invariables a pesar de los esfuerzos como los ya mencionados para simplificar o reinterpretar esas distinciones dentro del pensamiento y el lenguaje.

Para el caso en consideración, vemos que algunas de las categorías son de carácter intrínseco, como sustancia, cantidad y cualidad; las restantes son extrínsecas como el lugar, tiempo de entrega, relación, etc. También vemos que los atributos genéricos de producto que podrían utilizarse para construir una métrica del valor podrían estar cubiertos por las categorías aristotélicas. Leibniz propuso como simplificación de las categorías considerar solamente: cantidad, cualidad y relación. La sustancia se presume, pues, define el objeto. Kant simplificó las categorías e introdujo la categoría “medida” como algo distinto y complementario. Aquí, para propósitos de diferenciación de producto y construcción de indicadores de eficiencia y eficacia en procesos, se propone la siguiente categorización de atributos de producto, la que no pretende ser mutuamente exclusiva ni colectivamente exhaustiva, propiedades estas últimas requeridas en cualquier partición categórica.

#### **Atributos intrínsecos:**

- El producto en sí (sustancia)
- Cantidad

- Calidad
- Ciclo de tiempo de producción
- Costo
- Características propias (tamaño, color, textura, ... etc.)

#### **Atributos extrínsecos (de relación)**

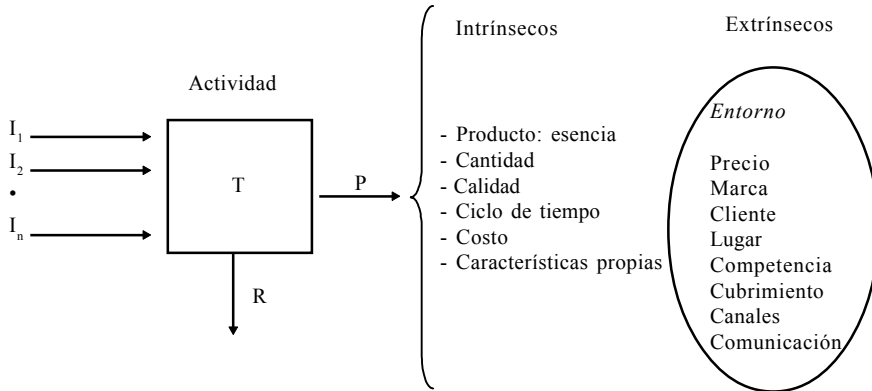
- Precio de mercado (el pagado por los clientes)
- Cliente (satisfacción de necesidades)
- Competencia (penetración y participación relativa del mercado)
- Cubrimiento (población atendida)
- Canales de distribución
- Comunicación e imagen (marca-publicidad)
- Ciclo de tiempo de entrega
- Lugar, ubicación o localizaciones

Los atributos anteriormente descritos no cubren la totalidad de las posibilidades pero incluyen las principales variables de interés para trabajar los índices de diferenciación estratégica que se construyan. Adicionalmente, tales atributos generan un marco de variables cuantificables apropiado para la construcción de indicadores de economía, eficiencia, eficacia y de efectividad en general. Es decir constituyen un conjunto de unidades descriptivas básicas sobre la cual se puede formular una métrica universal del valor y construir indicadores para la medición del desempeño en actividades, procesos y organizaciones.

Retomando el diagrama sistémico de la caja negra (actividad básica o función elemental), vemos que asociado con la salida del proceso o pro-

ducto tenemos las características intrínsecas y extrínsecas que permiten el análisis de los principales atributos de producto.

FIGURA 2. Principales atributos genéricos de producto (con características extendidas)



El producto en sí corresponde a la esencia o sustancia en términos aristotélicos. En esta categoría se puede enmarcar la variable *necesidades a satisfacer*, puesto que satisfacer necesidades de los *stakeholders* es la razón de ser o de existir de todo producto que se ha posicionado en un mercado. Desde este punto de vista, los productos tienen en su esencia la función que cumplen y esta función tiene como mínimo una característica dual; tipo acción-reacción, oferta-demanda, o utilidad-satisfacción. De hecho, muchos productos se nombran genérica y a veces comercialmente con la necesidad que satisfacen. Por ejemplo: Nutre-can, limpia-vidrios, Re-gane (cabello). La necesidad del

fabricante o accionista (utilidad) no se hace explícita pero se entiende que si el mercado y la empresa no la satisfacen el producto no se ofrece. Para efectos de incorporar las necesidades a satisfacer como variables en la construcción de índices e indicadores, observamos que entre productos que compiten todos tienen que apuntar a satisfacer las mismas necesidades básicas. Lo que se convierte en variable es la satisfacción de necesidades adicionales con diferenciación tanto horizontal como vertical. Esta observación sugiere que los productos que compiten por satisfacer una necesidad básica, en lo no básico pueden tener altos grados de diferenciación, de tal manera que en ocasiones pueden llegar a

considerarse como productos diferentes que atienden diferentes segmentos del mercado. Serían productos genéricamente iguales pero en diferente categoría.

Para cada categoría podemos hacer un estudio detallado de cómo las seis variables intrínsecas y las ocho variables extrínsecas son reflejo de las diez categorías aristotélicas, y de las diferentes maneras como se pueden cuantificar las variables del caso y la forma como deben relacionarse para generar los indicadores y medidas de desempeño del caso.

Las relaciones entre atributos del producto versus los atributos de los insumos nos dan relaciones de eficiencia en el proceso. Claramente la tasa de valor agregado se obtiene del precio unitario del producto sobre la suma de los costos unitarios de los insumos que vienen dados por el precio unitario del insumo multiplicado por la cantidad unitaria de insumo requerida para producir una unidad de producto. Por ejemplo, si  $P$  denota bultos de papa (cantidad de producto) y  $I_1$  denota hectáreas entonces la relación de cantidades entre el producto y el insumo nos da la productividad del factor tierra, es decir, Bultos/Hectárea. Si  $I_2$  representa computadores Pentium y  $I_3$  denota profesionales en una organización, entonces el cociente de cantidades  $I_2/I_3$  denota Pentiums/Profesional, que es un indicador de capacidad tecnológica institucional. Y sirve para

evaluar el equilibrio en la asignación de recursos.

Por sí solos los atributos cuantificados también sirven para evaluar eficacia y cumplimiento cuando se comparan resultados del proceso con estándares preestablecidos (evaluación ex – post).

Para el caso que nos concierne, la categorización epistemológica de atributos extendidos de los productos nos permite tener una base de comparación para evaluar la dinámica sectorial de diferenciación estratégica entre competidores. Algunos de los atributos enunciados arriba serán mas propicios para medir efectividad operacional; otros, especialmente los atributos extendidos que son agrupados como extrínsecos, son apropiados para examinar posicionamiento estratégico<sup>5</sup> por fuente: especialización en variedad, necesidades específicas, o accesibilidad, en relación con concesiones o sacrificios compensatorios y acoplamiento estructural de actividades que se integran y refuerzan (Fit).

### **2.3. Espacio m-dimensional de atributos de producto**

En general, para examinar el comportamiento estratégico de un sector con la ayuda de un IDE es necesario se-

<sup>5</sup> Ver Porter (1996).



leccionar de antemano los atributos extendidos de producto, incluyendo las particularidades del sector, que pueden ser elementos de diferenciación vertical u horizontal. En cualquier caso se tendrá un cierto número de firmas con sus productos relativamente sustitutos unos de otros, digamos un conjunto  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$  de productos que compiten entre sí, un conjunto de atributos  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$  que se desea evaluar y cada producto está descrito por su correspondiente vector de  $m$  atributos expresados numéricamente:

$$\Phi_i = [\varphi_j]_i, j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n$$

Donde  $(\varphi)_i$  denota el valor numérico del atributo  $j$  en el producto  $i$ .

El paisaje estratégico consiste en un conjunto de  $n$  puntos o vectores  $\Phi_i$  en un espacio cartesiano  $m$ -dimensional. Los atributos de productos del sector en consideración tienen un comportamiento en el tiempo. Si existe un acercamiento generalizado entre el valor de los atributos de los productos, en un determinado período de tiempo, fruto de la imitación entre las firmas, concluimos que se da hacinamiento o convergencia estratégica.

## 2.4. Desplazamientos en el espacio estratégico $m$ -dimensional

Asumimos que cuando la firma  $h$  imita a la firma  $k$  sus correspondientes

vectores de características de producto extendidas  $\Phi_h$  y  $\Phi_k$  se aproximan. De esta manera, si el proceso de convergencia total tomara  $q$  periodos de tiempo, al comienzo de cada nuevo periodo  $t + 1$ , tendríamos,

$$\Phi_h^{(t+1)} = \Phi_h^{(t)} + \alpha (\Phi_k^{(t)} - \Phi_h^{(t)}), \alpha = 1/q$$

Es decir  $\Phi_h$  se aproxima a  $\Phi_k$  o en símbolos  $\Phi_h \longrightarrow \Phi_k$ , siguiendo la dirección  $(\Phi_k - \Phi_h)$ . La aproximación de un vector a otro se da a través de la línea que los une, siguiendo el camino más corto entre  $\Phi_h$  y  $\Phi_k$ .<sup>6</sup> Seguir la dirección contraria,  $(\Phi_h - \Phi_k)$  implica diferenciarse.

## 3. MODELO MATEMÁTICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE IDE

Con base en los anteriores supuestos y definiciones procedemos a formular la construcción de dos IDE cuya aplicación puede servirnos metodológicamente para determinar grados de convergencia estratégica sectorial.

Si se tienen  $n$  puntos en un espacio  $m$ -dimensional, estos definen un conjunto convexo o casco-convexo que consiste en el conjunto de combinaciones convexas de los  $n$  vectores  $\Phi_i$ 's. Ese conjunto convexo en

<sup>6</sup> Markides (2004) utiliza para su simulación un autómata celular y el mismo tipo de convergencia entre puntos del paisaje estratégico.

1-dimensión tendría longitud, en 2-dimensiones tendría un área, en 3-dimensiones tendría un volumen, en m-dimensiones tendría un hiper-volumen. Claramente, si pudiéramos calcularlo y éste se contrajera en el tiempo, sería un indicador de convergencia estratégica en el sector.

Siguiendo las sugerencias de Nattermann para la construcción de un IDE, asumimos que las variables que entran en el modelo pueden expresarse numéricamente, aunque como se mencionó anteriormente su esencia no necesariamente sea cuantitativa,<sup>7</sup> entonces el grupo de características o atributos que definen un producto está dado por el vector

$$\Phi_i = [\varphi_j]_i, j = 1, \dots, m; i = 1, \dots, n$$

Siendo  $m$  el número de atributos, seleccionados para el análisis, intrínsecos y no intrínsecos del producto, y  $n$  el número de empresas, cada una con un producto que se va a comparar con los posibles  $n-1$  sustitutos del sector. Para este vector tenemos:

1. IDE modelo 1: índice con base en el volumen del  $n-1$  Simplex en el espacio  $m$ -dimensional de atributos

Tomamos  $n = m + 1$ , de manera que los  $m + 1$  puntos en espacio  $m$ -dimen-

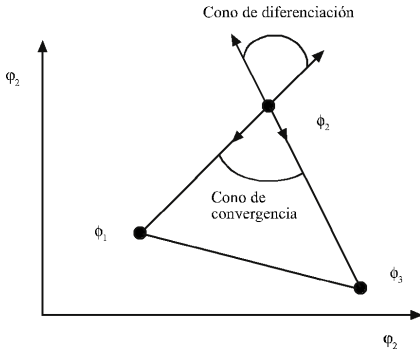
sional  $\Phi_i$ 's formen un  $m$ -simplex, que por definición consiste en el conjunto de todas las combinaciones convexas de  $m + 1$  puntos afines e independientes. En esta selección no hay pérdida de generalidad, porque podemos siempre introducir puntos ficticios (dummy) si se requiere afectar  $n$ ; o características ficticias si se necesita modificar  $m$ .

Todo simplex posee el equivalente a una longitud en 1-dimensión, a un área en 2-dimensiones y a un volumen en 3-dimensiones, cuyo equivalente en  $m$  dimensiones sería un hiper-volumen. En principio, si una firma imita a otra el acercamiento tendería a hacerse a lo largo de los bordes del simplex o en la dirección de una combinación positiva de los vectores diferencia entre el punto que representa la firma y las otras firmas (cono de convergencia). Si esto se da necesariamente se reduce el volumen del simplex. Por el contrario, si se aleja lo hace a lo largo de los ejes del simplex en dirección contraria a los otros puntos o a lo largo de cualquier combinación positiva (cono de diferenciación).

**Hipótesis:** el hiper-volumen normalizado  $[0,1]$  es un indicador robusto de convergencia estratégica con la propiedad en el tiempo que si  $IDE(t+1) < IDE(t)$  entonces se da convergencia estratégica necesariamente. Lo contrario, si  $IDE(t+1) > IDE(t)$ , entonces se da diferenciación estratégica necesariamente.

<sup>7</sup> En casos de diferenciación vertical de producto pueden existir características que están o no están presentes, y esta calidad existencial se denota numéricamente con 1 o 0.

FIGURA 3. Simplex y correspondientes conos de diferenciación y de convergencia estratégica



Puesto que nuestro indicador de convergencia es el hiper-volumen de el m-Simplex, entonces tenemos que calcular tal volumen en función de los vectores de atributos de los productos en un espacio de m dimensiones.

Si los n vectores definen un (n-1)-Simplex, en este caso un m-Simplex, entonces su volumen viene dado por:

$$V(\Phi_i) = \frac{1}{(n-1)!} \text{Det} \begin{bmatrix} (\Phi_1 - \Phi_2), \dots \\ (\Phi_1 - \Phi_n) \end{bmatrix}$$

y Si  $\Pi^{(t)} = \{\Phi_1^{(t)}, \Phi_2^{(t)}, \dots, \Phi_n^{(t)}\}$  y  $V(\Pi^{(t)}) = (1/(n-1)!) * \text{Det} [(\Phi_1^{(t)} - \Phi_2^{(t)}), \dots, (\Phi_1^{(t)} - \Phi_n^{(t)})]$ , entonces el indicador de diferenciación estratégica sectorial en el tiempo t viene dado por:

$$\begin{aligned} \Gamma^{(0)} &= V(\Pi^{(0)}) / V(\Pi^{(0)}) = 1 \\ \Gamma^{(1)} &= V(\Pi^{(1)}) / V(\Pi^{(0)}) \\ &\dots\dots\dots \\ \Gamma^{(t)} &= V(\Pi^{(t)}) / V(\Pi^{(0)}) \end{aligned}$$

En principio, siempre se puede seleccionar un conjunto de productos sustitutos cuyos vectores de características formen un simplex. Entonces el comportamiento dinámico de  $V(\Phi_j^{(t)})$  para  $t = 0, 1, \dots, p$  periodos es un indicador de diferenciación estratégica con la propiedad de que en los intervalos de tiempo donde se comporte como función monótonica decreciente, el indicador indica el porcentaje de hacinamiento dado en el tiempo, en relación con el inicio  $t = 0$ .

Si  $V(\Phi_j^{(h)}) < V(\Phi_j^{(q)})$  siempre que h, q estén en el intervalo de tiempo mencionado y  $h > q$ , entonces se puede concluir que en ese intervalo de tiempo está ocurriendo una convergencia estratégica sectorial. (Ver ejemplos y simulaciones).

2. IDE Modelo 2: índice construido con base en el valor absoluto de las diferencias de los atributos (promedio de diferencias)

Los n vectores  $\Phi_i$  son vectores en m dimensiones y para este espacio se define la siguiente métrica:

$$\Delta_k(i,j) = \text{ABS} [(\Psi_k)_i - (\Psi_k)_j]$$

Donde  $\Delta_k(i,j)$  denota la diferencia, en valor absoluto, entre los niveles de un mismo atributo en dos diferentes productos i y j.

Si  $\Delta_k(i,j)^{(t)}$  decrece en el tiempo, entonces es claro que los dos pro-

ductos se están aproximando en el atributo  $k$ .

Para un determinado producto  $i$  existen  $n-1$  comparaciones o diferencias por atributo, así,

$$S_i(\Delta_k) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} \Delta_k(i, j), j \neq i,$$

es una medida de la diferenciación promedio del atributo  $C_k$  en el sector.

Existen  $n(n-1)/2$  posibles comparaciones y las mediciones a realizar no deberían exceder este número. Sin embargo, al calcular las  $n-1$  diferencias por atributo para cada producto, y luego hacer lo mismo para cada uno de los  $n+1$  productos, el número de diferencias calculadas por atributo asciende a  $(n-1)(n+1) = n^2-1$ . No obstante, al hacer este número de operaciones, aunque es mayor que el que se requiere para obtener el promedio de las diferencias por atributo, nos arroja información de la diferenciación promedio por producto. La sumatoria

$$S(\Delta_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i(\Delta_k),$$

daría la diferencia promedio entre los niveles de un mismo atributo dentro del sector, y su contracción en el tiempo denotaría convergencia en ese atributo.

Finalmente, para obtener un indicador de diferenciación global, prome-

diamos las diferencias promedias de cada atributo con las de todos los atributos y obtenemos,

$$S(\Delta) = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m S(\Delta_k),$$

Al analizar el comportamiento en el tiempo de cada atributo individualmente y teniendo agrupados los atributos por tipo de estrategia se podría hacer una evaluación más informada sobre el tipo de convergencia que está ocurriendo y si se está dando simultáneamente algún tipo de diferenciación.

En este indicador no se impone ninguna restricción sobre la relación entre el número de productos  $n+1$  y el número de atributos  $m$ .

En relación con el problema de la posible compensación de los desplazamientos de convergencia (imitación) de algunos atributos versus los de diferenciación (innovación) de otros como en todos los IDE analizados, ésta se puede presentar inevitablemente. No obstante, las diferencias promedias nos permiten observar el comportamiento de la diferenciación a nivel de atributo por producto.

En las simulaciones que se trabajarán a continuación veremos las ventajas de trabajar con más de un índice para evitar conclusiones equívocas en algunos casos especiales.

#### 4. COMPORTAMIENTO DE IDE EN ESCENARIOS SIMULADOS

Sin perder generalidad asumimos que tenemos  $n$  productos y que su descripción extendida de características está dada por los vectores  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ . El vector  $\Phi_i$  será referido como el mismo producto que representa.

El vector obtenido como la diferencia de cualquier dos vectores de productos  $D_{kh} = \Phi_h - \Phi_k$  nos da un vector en la dirección de  $\Phi_k$  hacia  $\Phi_h$  y con una magnitud igual a la distancia euclidiana que hay de  $\Phi_h$  a  $\Phi_k$ .

Cualquier imitación total de una firma  $h$  hacia a otra firma  $k$  puede interpretarse como un desplazamiento a lo largo del vector  $D_{kh}$ , de manera que si la imitación es solo de uno de sus componentes  $i$ : tamaño ó cadena de distribución, entonces el desplazamiento se haría a lo largo de una o varias de las componentes. Para efecto de la simulación, asumimos que las firmas pueden exhibir un comportamiento de manada sin líder donde cada firma copia a otra, o con líder donde varias imitan y siguen a una o a unas pocas.

##### 1. Escenario 1: “Comportamiento imitativo de manada”<sup>8</sup>

Asumimos que cuando la firma  $h$  imita a la firma  $k$  sus correspondientes

<sup>8</sup> Porter (1996) y Natterman (2000) llaman “herd behavior” y “herding instinct” respec-

vectores de características de producto extendidas  $\Phi_h$  y  $\Phi_k$  se aproximan. De esta manera, si el proceso de convergencia total tomará  $q$  periodos de tiempo, al comienzo de cada nuevo periodo  $t+1$ ,

$$\Phi_h^{(t+1)} = \Phi_h^{(t)} + \alpha(\Phi_k^{(t)} - \Phi_h^{(t)}),$$

$$\alpha = 1/q$$

Es decir  $\Phi_h$  se aproxima a  $\Phi_k$  o en símbolos  $\Phi_h \Phi_k$ , siguiendo la dirección  $(\Phi_k - \Phi_h)$ . La aproximación de un vector a otro se da a través de los ejes o bordes del simplex, siguiendo el camino más corto<sup>9</sup> entre  $\Phi_h$  y  $\Phi_k$ .

Entonces, si asumimos la siguiente forma de comportamiento imitativo en cadena,

$$\Phi_1 \rightarrow \Phi_2, \Phi_2 \rightarrow \Phi_3, \dots, \Phi_n \rightarrow \Phi_1$$

Se conforma un sistema dinámico discreto que evoluciona en el tiempo generando alguna forma de convergencia y gobernado por el siguiente sistema de ecuaciones recursivas:

$$\Phi_1^{(t+1)} = \Phi_1^{(t)} + \alpha_1 (\Phi_2^{(t)} - \Phi_1^{(t)}),$$

$$\alpha_1 = 1/q$$

tivamente a la imitación e impulso que se da entre las manadas donde los individuos asumen que los otros saben algo que ellos no saben y siguen a los demás. Comportamiento que tienden a manifestarse entre las firmas de un sector cuando descuidan la estrategia en la búsqueda de efectividad operacional.

<sup>9</sup> Markides (2004) utiliza para su simulación un autómata celular y el mismo tipo de convergencia entre puntos del paisaje estratégico.

$$\begin{aligned} \Phi_2^{(t+1)} &= \Phi_2^{(t)} + \alpha_2 (\Phi_3^{(t)} - \Phi_2^{(t)}), \\ \alpha_2 &= 1/q \\ \vdots & \\ \Phi_n^{(t+1)} &= \Phi_n^{(t)} + \alpha_n (\Phi_{n+1}^{(t)} - \Phi_n^{(t)}), \\ \alpha_n &= 1/q \end{aligned}$$

$$\Delta^{(0)} = V(\Pi^{(0)}) / V(\Pi^{(0)}) = 1$$

$$\Delta^{(1)} = V(\Pi^{(1)}) / V(\Pi^{(0)})$$

.....

$$\Delta^{(t)} = V(\Pi^{(t)}) / V(\Pi^{(0)})$$

Aquí,  $t=0,1,\dots,q$

Los indicadores de diferenciación estratégica sectoriales solo hacen sentido cuando se observa su comportamiento en el tiempo.

Si  $\Pi^{(t)} = \{\Phi_1^{(t)}, \Phi_2^{(t)}, \dots, \Phi_n^{(t)}\}$ , como se indicó anteriormente, tenemos:

$$V(\Pi^{(t)}) = \frac{1}{(n-1)!} \text{Det} \begin{bmatrix} (\Phi_1^{(t)} - \Phi_2^{(t)}), \\ \dots, (\Phi_1^{(t)} - \Phi_n^{(t)}) \end{bmatrix}$$

Ejemplo:

$$\Phi_1^{(0)} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 10 \end{pmatrix}, \Phi_2^{(0)} = \begin{pmatrix} 6 \\ 8 \\ 4 \end{pmatrix}, \Phi_3^{(0)} = \begin{pmatrix} 10 \\ 1 \\ 15 \end{pmatrix}, \Phi_4^{(0)} = \begin{pmatrix} 8 \\ 6 \\ 9 \end{pmatrix}$$

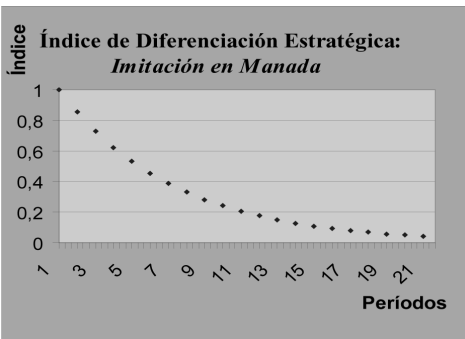
Entonces

$$\text{Det} [(\Phi_1^{(0)} - \Phi_2^{(0)}) (\Phi_1^{(0)} - \Phi_3^{(0)}) (\Phi_1^{(0)} - \Phi_4^{(0)})] = 78 \text{ y}$$

$$V(\Pi^{(0)}) = (1/6) 78 = 13$$

Para  $q = 25$  periodos

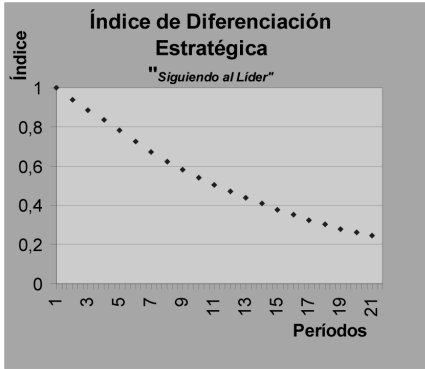
y el correspondiente indicador de diferenciación estratégica sectorial en el tiempo  $t$  viene dado por:



$$\begin{aligned} \Gamma^{(0)} &= 1.0 = V(\Pi^{(0)}) / V(\Pi^{(0)}) \\ \Gamma^{(1)} &= .85 \\ \Gamma^{(2)} &= .73 \\ \Gamma^{(3)} &= .62 \\ &..... \\ &..... \\ \Gamma^{(17)} &= .08 \\ &..... \end{aligned}$$



Aquí



$$\Gamma^{(0)} = 1.0 = V(\Pi^{(0)}) / V(\Pi^{(0)})$$

$$\Gamma^{(1)} = .94$$

$$\Gamma^{(2)} = .89$$

$$\Gamma^{(3)} = .83$$

.....

$$\Gamma^{(17)} = .33$$

.....

3. Escenario 3: diferenciación generalizada en n-1 productos y convergencia de un producto hacia el centroide del m-Simplex

La razón para considerar este escenario está en la posibilidad que presentan los índices de reflejar convergencia cuando en realidad no está ocurriendo. Esta observación fue hecha respecto a los índices propuestos por Nattermann y Markides. En el caso del indicador desarrollado con base en el volumen del m-simplex, uno podría esperar que el volumen tienda a cero cuando uno de los puntos se aproxime al hiperplano que definen los demás. Es decir, cuanto se tiende a la co-linealidad o dependencia afín.

En este caso se quiere detectar este tipo de situación y para esto miramos simultáneamente los índices propuestos para diferenciación de atributo individual.

Las ecuaciones de desplazamiento en el tiempo son

$$\Phi_1^{(t+1)} = \Phi_1^{(t)} + \alpha_1 D(1)^{(t)}, \alpha_1 = 1/q$$

$$\Phi_2^{(t+1)} = \Phi_2^{(t)} + \alpha_2 D(2)^{(t)}, \alpha_2 = 1/q$$

∴ ∴ ∴

$$\Phi_{n-1}^{(t+1)} = \Phi_{n-1}^{(t)} + \alpha_{n-1} D(n-1)^{(t)},$$

$$\alpha_{n-1} = 1/q$$

$$\Phi_n^{(t+1)} = \Phi_n^{(t)} + \alpha_n (1/(n-1)[\Phi_1^{(t)} + \Phi_2^{(t)} + \dots + \Phi_{n-1}^{(t)}]), \alpha_n = 1/q$$

Adicionalmente, para cada característica evaluamos

$$S_i(\Delta_k) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} \Delta_k(i, j)$$

y el índice global que promedia la diferenciación promedia de atributos  $S(\Delta)$

Ejemplo: Tomamos m = 3



$$\Phi_1^{(0)} = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \end{pmatrix}, \Phi_2^{(0)} = \begin{pmatrix} 60 \\ 80 \end{pmatrix}, \Phi_3^{(0)} = \begin{pmatrix} 100 \\ 10 \end{pmatrix}$$

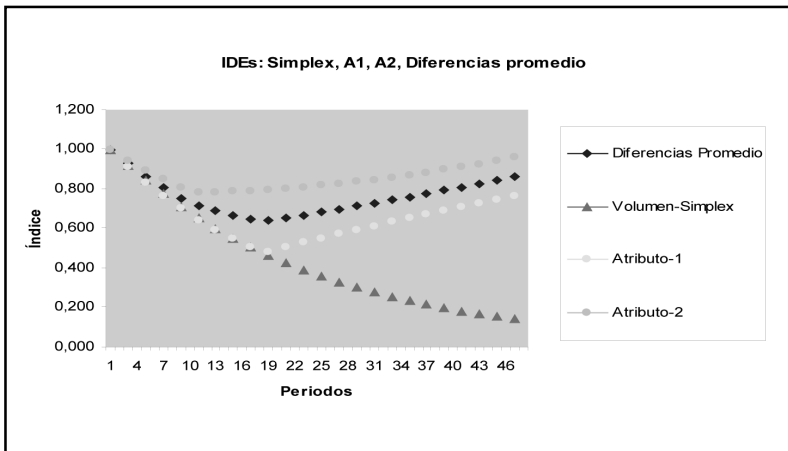
$\Gamma^{(0)} = 1.0$	$S(\Delta)^{(0)} = 1.0$
$\Gamma^{(1)} = 0.92$	$S(\Delta)^{(1)} = 0.92$
$\Gamma^{(2)} = 0.84$	$S(\Delta)^{(2)} = 0.85$
$\Gamma^{(3)} = 0.77$	$S(\Delta)^{(3)} = 0.79$
.....	
$\Gamma^{(27)} = 0.11$	$S(\Delta)^{(27)} = 0.86$
$\Gamma^{(35)} = 0.05$	$S(\Delta)^{(35)} = 1.05$
Converge Diverge (Ver gráfica)	

Se tiene

$$(\Phi_1^{(0)} - \Phi_4^{(0)}) = 4800$$

Det  $[(\Phi_1^{(0)} - \Phi_2^{(0)}) (\Phi_1^{(0)} - \Phi_3^{(0)})]$

$$\text{y } V(\Pi^{(0)}) = (1/2) 4800 = 2400$$



En este escenario se puede apreciar un caso de diferenciación que no es detectado por el Índice de Volumen-Simplex, pero que se detecta con ayuda de los índices desarrollados con base en las diferencias promedias de atributos entre productos.

#### 4.4. Observaciones sobre el comportamiento de los IDE

Las simulaciones realizadas nos muestran el comportamiento del in-

dicador en situaciones de imitación generalizada, imitación de manada con un líder y un caso donde dos de los productos se diferencian continuamente en el tiempo y uno tiende hacia una diferenciación promedia de los otros dos.

En los dos primeros escenarios, el indicador refleja consistentemente la convergencia global como consecuencia de la imitación individual, siendo la tasa de convergencia mucho mayor cuando no hay líder que cuando hay un líder.

La geometría del modelo permite identificar para cada producto un par de conos  $K$  y  $K^*$ , que conforman el conjunto de direcciones de *estricta convergencia* o de *estricta diferenciación* respectivamente, en relación con los productos restantes del sector.

El tercer escenario se desarrolló con el objeto de mostrar un caso donde se está llevando a cabo un proceso de diferenciación, pero el índice registra un proceso de convergencia. Este tipo de inconsistencia, como se mencionó al inicio de este trabajo, puede ocurrir tal vez con todos los índices de diferenciación que se logren desarrollar sobre las variaciones de atributos en productos. Generalmente esto ocurre por efectos compensatorios de convergencia versus diferenciación. En el caso del indica-

dor con base en el volumen del simplex, si un vector puede expresarse como una combinación convexa de los restantes, entonces no existe medida de volumen o su valor se aproxima a cero a medida que uno de los vectores se aproxima a una no independencia afin y tendría que analizarse. Por esto el complementar un índice general con índices que rastrean el comportamiento de las variaciones a nivel de atributo, parece ser el camino más indicado a seguir.

## 5. REFERENCIAS

- Aristóteles, (1999) *Tratados de lógica (Organon) I*, B.C. Gredos, No. 51
- Aristóteles, (1983) *Categorías*, Valencia: Cuadernos Teorema.
- Dantzig, G.B. (1972) *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press: Princeton.
- Koopmans, T.C., (1951) "Analysis of production as an efficient combination of activities," in *Activity Analysis of Production and Allocation*, Proceedings of the Conference on Linear Programming held in Chicago, Illinois 20-24 June 1949, T.C. Koopmans (ed), NY, pp. 222-259.
- Markides, C.C.; Larsen E. and Gray M.S. (2004) *New Entry, Strategy Convergence and Erosion of Industry Profitability*.
- Markides, C. C. (1999). *All the Right Moves: A Guide to Crafting*

- Breakthrough Strategies*. Harvard Business School Press: Cambridge.
- Markides, C.C. (1997) "Strategic Innovation". En: *Sloan Management Review*, Vol. 38, No. 3, Spring 1997, pp. 9-23.
- Nattermann, P. (2000) "Best Practice does not Equal Best Strategy", *McKinsey Quarterly*, No. 2, pp. 22-31.
- Nattermann, P., Markides, C.C. and Larsen E (2003) *Firm Level Imitation and the Evolution of Industry Profitability: A Simulation Study* (Internet).
- Porter, M. E. (1980) *Competitive Strategy*. The Free Press, New York.
- Porter, M. E. (1985) *Competitive Advantage*. The Free Press, New York.
- Porter, M. E. (1996) "What is Strategy?", *Harvard Business Review*, November-December, pp. 61-78.
- Porter, M. E. (1998) *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. The Free Press: New York.
- Porter, M. E. (1998). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industry and Competitors*. The Free Press: New York.
- Restrepo, L. F. (2004)-1 "Análisis estructural de sectores estratégicos". Documento interno de trabajo, Facultad de Altos Estudios en Administración y Negocios (FAEN), Universidad del Rosario, Bogotá.
- Restrepo, L. F. (2004)-2 *Gestión estratégica y competitividad*. Universidad Externado de Colombia, Bogotá. &