



# Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas



HOME

PRESENTACION

ACACIA

VINCULOS

MESA 1	Administración de la Calidad
MESA 2	Administración de la Educación
MESA 3	Administración del Desarrollo Regional y Sustentabilidad
MESA 4	Administración Estratégica
MESA 5	Administración Multicultural
MESA 6	Administración Pública
MESA 7	Finanzas y Economía
MESA 8	Innovación y Tecnología
MESA 9	Ingeniería y Gestión de Sistemas

MESA 10	Liderazgo, Capital Humano y Comportamiento Organizacional
MESA 11	Métodos de Investigación
MESA 12	Mercadotecnia
MESA 13	Administración del Conocimiento
MESA 14	Procesos de Cambio y Desarrollo Organizacional
MESA 15	Pequeñas y Medianas Empresas
MESA 16	Asuntos Sociales y Filosóficos de la Administración
MESA 17	Teorías de la Organización



# Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas



HOME

PRESENTACION

ACACIA

VINCULOS

VER PDF

FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACIÓN EXITOSA DE UN DATA WAREHOUSE

VER PDF

ORGANIZACIONES DÉBILMENTE ACOPLADAS: ¿FUNCIONAN?

VER PDF

Los sistemas de información en las universidades: El Caso del sistema de Servicio Social de la Universidad Autónoma de Tamaulipas sobre plataforma Web

VER PDF

UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE LIBRE COMO ALTERNATIVA PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE REVISTAS ACADÉMICAS

VER PDF

Uso del software en el proceso de Trazabilidad para MPYMES Apícolas Veracruzanas

VER PDF

UTILIZACIÓN DE MÉTODOS MULTICRITERIO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES (MGDA) PARA LA MEDICIÓN DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

VER PDF

Los Roadmaps, una visión sistémica de construir rutas tecnológicas producto-tecnología

VER PDF

Los negocios electrónicos como factor de excelencia para la permanencia de la pequeña y mediana industria. Caso: Sector textil y de la confección de Aguascalientes.

VER PDF

El Papel de los Sistemas de Soporte Informático en el Proceso de Gestión Integral de Desastres.

VER PDF

ANÁLISIS DE LA UTILIDAD ECONÓMICA DE UNA PIARA MEDIANTE UN DISEÑO CENTRAL COMPLEJTO

VER PDF

DATA WAREHOUSING AND ITS ARCHITECTURE

VER PDF

MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM): UN ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA CULTURA NACIONAL Y DEL PERFIL DEL USUARIO EN EL USO DE LAS TICs



HOME



# Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas



HOME

PRESENTACION

ACACIA

VINCULOS

VER PDF

Las líneas estratégicas del sector hídrico en México en materia de investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos: una jerarquización empleando el método Promethee

VER PDF

TRES DIMENSIONES DE LA ADMINISTRACIÓN

VER PDF

LA COMPETITIVIDAD: MITO DE MODA

VER PDF

Un futuro posible del agua en la Cuenca del Valle de México

VER PDF

La Heurística en las disciplinas del Área Económico Administrativo de la Universidad Veracruzana, soportado por el Sistema de Reactivos para los Maratones de Conocimiento

VER PDF

Escenarios tendenciales del agua potable y saneamiento en México

VER PDF

EL MODELO EDUCATIVO DE LA UAEH COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD.  
UNA PERSPECTIVA DE SUS DIMENSIONES A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE SISTEMAS



H  
O  
M  
E

**XII Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas AC (ACACIA).**

**Los Roadmaps, una visión sistémica de construir rutas tecnológicas producto-tecnología**

**Tema: Ingeniería y Gestión de Sistemas**

**Kenia Cecilia Hernández Cardiel**

**Jaime Garnica González**

**Heriberto Niccolas Morales**

**Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial, Área Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Ciudad Universitaria, Pachuca Hidalgo Teléfono 01 7717172000 Ext. 6733, Mail [jgarnica@uaeh.edu.mx](mailto:jgarnica@uaeh.edu.mx), [kenia\\_hdz\\_1@hotmail.com](mailto:kenia_hdz_1@hotmail.com), [hnicolas@uaeh.edu.mx](mailto:hnicolas@uaeh.edu.mx)**

**Tijuana, Baja California, México 2008**

## **Los Roadmaps, una visión sistémica de construir rutas tecnológicas producto-tecnología**

### **RESUMEN**

En el presente trabajo, el lector encontrará expuestos los puntos de vista y sentir de un acercamiento al estado del arte de la metodología de Roadmaps, una visión sistémica, entendiéndose como un conjunto de métodos y técnicas interrelacionadas para planear una innovación producto-tecnología, la propuesta del documento está elaborada con base a una investigación documental. En el desarrollo del trabajo se determinó que debe tenerse un concepto de innovación, así como de los elementos esenciales que intervienen.

Teniendo la contextualización, se muestran las metodologías existentes de los roadmap, sus aplicaciones, no sin antes definir el concepto y la diferencia con el roadmapping. Por último, se dan a conocer las ventajas que tiene y se llega a una conclusión al contestar la pregunta ¿Cuál es la perspectiva de la innovación producto-tecnología en la actualidad, con base a una visión de sistemas?

## 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología es el motor fundamental de la innovación y del crecimiento sostenible del negocio. Sin embargo, la gestión de la tecnología presenta desafíos continuos a las empresas debido al aumento del costo y de la complejidad de la tecnología, en un entorno con una competitividad global en aumento, una velocidad creciente del cambio industrial, unos estándares técnicos cada vez más exigentes, y una reducción importante de los ciclos de diseño, de fabricación, y del ciclo completo de desarrollo de producto.

Por otra parte, una gestión eficaz de la tecnología requiere el establecimiento de flujos adecuados de conocimientos entre los enfoques, visiones y funciones comerciales y tecnológicos de la empresa para alcanzar un equilibrio entre las necesidades del mercado (*'market pull'*) y el empuje de la tecnología (*"technology push"*), teniendo en cuenta la naturaleza de estos flujos de conocimientos que dependen tanto de aspectos internos como de aspectos externos a la empresa, incluyendo factores tales como objetivos del negocio, dinámica del mercado, cultura de la organización, por nombrar los aspectos más relevantes, y que en las organizaciones mexicanas no se tiene, lo que representa un problema que atender y buscar las metodologías adecuadas para dar una alternativa de solución.

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación documental, está enfocado a dar un acercamiento al estado del arte de una metodología llamada "roadmaps", que a juicio personal, cuenta con las características para aportar soluciones a la problemática de las organizaciones carentes de realizar innovación. Con base a lo anterior y tras definir lo que se entiende por el concepto de roadmap, se presentan los distintos tipos de roadmaps aplicados en la industria y en las empresas. Igualmente, se muestran unas metodologías para la elaboración de los mismos.

Para la elaboración de esta investigación documental, se planteó el siguiente objetivo y las respectivas preguntas de investigación.

## **Objetivo**

Construir un marco de referencia de la metodología roadmap con la finalidad de tener una perspectiva teórica de la innovación basada en la relación producto-tecnología, a través de una investigación documental.

## **Pregunta de investigación**

- ¿Qué se debe de entender por innovación y porque hacerlo?
- ¿Cuál es la perspectiva de realizar planeación enfocada a la innovación producto-tecnología en la actualidad?

El término del trabajo es la contestación a las preguntas de investigación y con una perspectiva personal del análisis de los documentos empleados en la investigación. De lo que se puede adelantar, que la innovación es parte fundamental para el desarrollo de la economía de un país, y para poderla realizar se necesita contar con metodologías y esquemas que apoyen el proceso.

## **2. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La metodología que se lleva a cabo para la realización de este trabajo, esta basada en la metodología de la investigación documental, la cual se divide en cuatro etapas.

Brevemente la metodología consiste en: tener la percepción de la idea y a través de las diversas fuentes de información determinar la formulación de las preguntas de investigación, concluido esta etapa se realizará una depuración de ideas obtenidas para poder construir el marco teórico conceptual, de tal forma, que se estará en condiciones de consolidar el estudio, a través del análisis y diseño de la investigación y de esta manera plasmar la visión del estudio al mostrar los resultados, descubrimientos, comprobaciones ó reflexiones obtenidas en el trayecto del proceso.

### 3. INNOVACIÓN

#### □ ¿Qué es innovación?

El francés André Piatier define la innovación con “una idea transformada en algo vendido o usado” y el americano Sherman Gee cuando afirma que la “innovación es el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado”. (Escorsa, 2001).

Las definiciones anteriores se derivan de la de Schumpeter, economista austriaco que fue el primero en destacar la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Schumpeter definió la innovación, en 1934, en un sentido más general que el de las innovaciones específicamente tecnológicas. Según su definición clásica, la innovación abarcaría los cinco casos siguientes:

- La introducción en el mercado de un nuevo bien, es decir, un bien con el cual los consumidores aún no están familiarizados, o de una nueva clase de bienes.
- La introducción de un nuevo método de producción, es decir, un método aún no experimentando en la rama de la industria afectada, que requiere fundamentarse en un nuevo descubrimiento científico; y también puede existir innovación en una nueva forma de tratar comercialmente un nuevo producto.
- La apertura de un nuevo mercado en un país, tanto si este mercado ya existía en otro país como si no existía.
- La conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas o de productos semielaborados, nuevamente sin tener en cuentas si esta fuente ya existe, o bien ha de ser creada de nuevo.
- La implantación de una nueva estructura de un mercado, como por ejemplo, la creación de una posición de monopolio.

Genéricamente hablando, la innovación tiene que ver con una, varias o una combinación de aplicaciones, no excluyente, de todo lo que sigue: (i) Imaginación, (ii) Creatividad, (iii) Ideas, (iv) Experiencias Prácticas y Teóricas (transformadas en habilidades, destrezas y pericias), (v) Centros de Investigación y Desarrollo y (vi) Centros de Innovación en Negocios y de Transformación Gerencial y Organizacional, entre otras consideraciones. Hoy, como nunca antes, hay un llamado a alinear y compilar todas estas aplicaciones para alcanzar el máximo potencial innovador, para resolver los grandes desafíos que el mundo encara

Según Michael Porter, expresa en su libro *On Competition* (en inglés, “Acerca de la Competitividad”), quien relata lo siguiente: “...la compañía (o la persona), que exitosamente implanta una nueva o mejor manera de competir, es porque ésta (compañía, organización, persona) continúa (en sus actividades) con obstinada determinación, frecuentemente de cara al criticismo agrio y obstáculos graves. (Escorsa, 2001)

La innovación es también, por consiguiente, un factor que fomenta el cambio. El cambio impulsa al riesgo (la dinámica interacción entre la posibilidad y la probabilidad que resulta o en pérdida o en ganancia).

La innovación no sólo trata de cuantiosas inversiones en la experimentación científica. También la innovación tiene que ver con probar con pequeñas, nuevas ideas, prontamente asumiendo muchos pequeños riesgos y de inmediato corrigiendo los errores que dimanen de la asunción de tales riesgos y, sobre todo, asimilando y documentando los aprendizajes derivados (lecciones aprendidas, registradas y aplicadas con tino y premura para evitar la obsolescencia de lo “aprendido”). Luego, deberá continuar, sin parar jamás, este mismo ciclo y el lector verá cómo en su mente sobreviene la “identificación de conocimientos novedosos”

Quien sistemáticamente establece precondiciones para procrear nuevas ideas que puedan ser trasegadas del descubrimiento a la práctica, estará abriendo puertas hacia el conocimiento nuevo.

□ **¿Cuáles son los ingredientes de la innovación?**

Para innovar se necesita conocimientos y creatividad, según la siguiente relación:

$$K + C = \iint I \, dx \, dy$$

donde:

K = conocimiento.

C= creatividad.

I = innovación.

X = aceptación en el mercado.

Y = solución de un problema social.

Lo cual se interpreta que la suma de conocimientos y creatividad dará una innovación siempre y cuando la misma tenga éxito en el mercado y/o solucione un problema social.

Pues bien sin creatividad difícilmente tendremos una empresa innovadora.

Y esta ecuación nos ayuda a reflexionar y a problematizar acerca de la simplicidad y complejidad de la innovación. De esta manera, se identifica las dimensiones necesarias para obtener y/o alcanzar la innovación.

□ **¿Porqué innovar?**

Según Porter la competitividad de una nación depende la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones, si opta por no innovar, pronto será alcanzada por los competidores. Y considerando que el ciclo de vida de los productos es cada más corto. Otro factor importante es la internacionalización de la economía, donde la competencia cada día se agudiza más, entrando al mercado países insospechados. El último factor es la desmasificación de los mercados, debido a las exigencias del cliente, se maneja una tendencia de diferenciación de productos, personalizados a cada una de las necesidades del demandante.

Si se quiere ser un país más competitivo, entonces: es hora de innovar, para lo cual se requiere contar con metodologías, una de ellas es el roadmap.

## **4. ROADMAP Y ROADMAPPING**

### **Antecedentes**

El término “roadmap” se ha utilizado ampliamente, dependiendo de los participantes, y el propósito en la práctica. Roberto Galvin, expresidente de Motorola, definió al proceso roadmapping como la creación de una visión. Él cree que los roadmaps se pueden utilizar para crear el futuro. Los roadmaps proporcionan una mirada amplia en el futuro del campo elegido de la investigación, dibujando el conocimiento proveniente de la imaginación colectiva del grupo y de los individuos que conducen el cambio en ese campo. Los roadmaps incluyen declaraciones de teorías y de tendencias, la formulación de modelos, la identificación de acoplamientos entre y dentro de las ciencias, la identificación de discontinuidades y de vacíos del conocimiento, y la interpretación de investigaciones y de experimentos.”

El roadmap es usado para el crecimiento de numerosas organizaciones incluyendo corporaciones, agencias gubernamentales e institutos de investigación. Roadmaps son usados para muchos propósitos, en dominios tan variados como la política extranjera, estrategias corporativas y fundamentalmente en la investigación científica. Los Roadmaps pueden tomar diferentes formas dependiendo del propósito, la aplicación y el personal.

Aunque el proceso roadmapping ha sido utilizado por muchas organizaciones individuales, el incluir Philips, Corning, British-Petroleum, el GM, Lockheed Martin, Intel, Lucent Technology y Motorola, el proceso roadmapping, ha probado ser altamente eficaz en la coordinación de las organizaciones para colaborar en el futuro de la

tecnología. Un estudio reciente del ministerio holandés de asuntos económicos identificó algunos ejemplos de los “roadmaps industriales”. Algunos de ellos son: Sectores industriales (aluminio y acero), Clusters económicos (electricidad), Tecnologías específicas (eliminación de la acumulación de gases de carbón, energías alternas), Tecnologías cruzadas (catálisis), Productos específicos en el mercado (automotriz, medicina) y Áreas problemáticas (cambios climáticos).

El estudio identificó en abril de 2002 un total de 78 proyectos de roadmap en la industria alrededor del mundo. En E. U. se ubicaron la mayoría de éstos (41), seguidos de Japón (17), Canadá (12), y Europa (3). Las áreas más comunes de la industria incluyen: química, metal, energía, electrónica y semiconductores.

### ***Definición de Roadmap.***

Según Bob Galvin, CEO de Motorola: “Un roadmap es una vista panorámica del futuro con diferentes opciones en un área, de una colección de conocimientos e imaginación de los brillantes guías de un cambio en este campo”. Ahora el término de roadmap es usado liberalmente por planeadores en diferentes comunidades. Lo que todos estos diferentes roadmaps tienen en común, es su meta, para ayudar a las personas a aclarar los siguientes de 3 problemas:

- ¿Dónde se encuentran ahora?
- ¿A dónde se quiere llegar?
- ¿Cómo se puede obtener?

Roadmaps son también una herramienta de comunicación, ellos permiten:

- Visualizar una jerarquía de escenarios
- Observar al mismo tiempo las relaciones y dependencias intuitivamente.
- Usar leyendas que proporcionen dimensiones para la visualización.

El roadmap ayuda a la empresa a definir claramente donde se pondrá énfasis en la investigación y ayuda a identificar los conocimientos que tiene y aquellos que precisa incorporar.

### ***Definición de Roadmapping.***

Es un instrumento eficaz para la planificación de tecnología y la coordinación, proporciona información para tomar mejores decisiones de inversión de tecnología, identificando tecnologías críticas, brechas tecnológicas y rutas de inversión en I&D. También puede ser usado como un instrumento de control de comercialización. El proceso roadmapping es crítico cuando la decisión de inversión de tecnología no es simple. Esto ocurre cuando no es claro cual alternativas perseguir o cuando se tiene la necesidad de coordinar el desarrollo de múltiples tecnologías. “Roadmapping es el término usado para describir el proceso de desarrollar un roadmap”

A la vez es un proceso de planeación de tecnologías, conducido por necesidades para ayudar a identificar, seleccionar y desarrollar tecnologías alternas, para satisfacer las necesidades del producto.

### ***Tipos de roadmaps***

- Roadmap de producto-tecnología. Este documento es generado por el proceso roadmapping. El cual identifica las (necesidades del producto) exigencias críticas del sistema, el producto, objetivos del proceso, y alternativas de tecnología. El roadmap identifica objetivos exactos y ayuda a enfocar los recursos en las tecnologías críticas que son necesarias para encontrar aquellos objetivos.
- Roadmap de tecnología emergente. Este roadmap se diferencia de un roadmap de producto-tecnología de dos maneras: Primero, el roadmap de tecnología emergente, carece de un amplio contexto del producto. Segundo, este se enfoca en 1) el pronóstico del desarrollo y la comercialización de una tecnología nueva o emergente., 2) la posición competitiva de una empresa en lo que concierne a la

tecnología y 3) la manera en como se desarrollará la tecnología emergente y la posición competitiva de la empresa. El resultado de un roadmap de tecnología emergente puede ser la decisión de asignar recursos adicionales para desarrollar la tecnología y mejorar su posición competitiva. Este roadmap es valioso y tiene sus empleos (sobre todo dentro del contexto de un roadmap de producto-tecnología)

- Roadmap orientado por publicación. Este roadmapping consiste en tres fases:
  - \* La evaluación (especificaciones y actividades planificadas)
  - \* El análisis (de causa y origen y traducir las publicaciones a actividades).
  - \* La resolución (desarrollar documentos de resolución de publicación e integración de actividades). Aunque haya algunas semejanzas, este acercamiento de roadmapping es fundamentalmente diferente (en el objetivo, el alcance y etapas) del proceso roadmapping.

### ***Factores de éxito del roadmap***

Hay muchos factores que para establecer un proceso de roadmapping exitoso:

- Debe ser un proceso interactivo.
- Requiere del compromiso de los participantes, en términos de tiempo y recursos.
- Depende de la capacidad de los participantes del roadmap.
- Debe ser seguido por todos los que intervienen en la empresa interno y externamente

### ***Estado del arte***

El roadmap puede tener una mayor contribución para la coordinación de la ciencia y el desarrollo tecnológico en todos los niveles de la economía global. El roadmap básicamente se origino como una herramienta de fusión, aplicado al sector de la industria, nivel nacional e internacional, y todavía es usado para este propósito. (Gindi, 2006)

Durante los años 70s, Motorola fue la primera compañía que desarrollo el roadmapping; la compañía lo aplicó fin de aumentar el desarrollo de sus productos. Motorola permaneció como una de las compañías de más vanguardia, en términos de desarrollo y utilización de tecnología roadmapping.

Moore (1965) publico su artículo “Craming more components onto intregated circuits”. El previó que el número de aparatos de semiconductores por chip sería el doble para cada dos años; este pronóstico se conoce como “la ley de more”. La exactitud del pronóstico, motiva a la industria eléctrica de semiconductores para producir, y mantener a los roadmaps; un primer ejemplar de estos roadmaps internacionales para semiconductores es el de la SIA. (SIA, 1999).

#### Ejemplos de roadmapping de iniciativas industriales

- ITRS- Internacional Technology roadmap for semiconductors.<sup>1</sup>
- Roadmap de tecnología de electricidad.<sup>2</sup>
- Roadmap de tecnología de la industria del acero.<sup>3</sup>
- Roadmap de tecnología de iluminación.<sup>4</sup>
- Roadmap de robótica y maquinas inteligentes.<sup>5</sup>

La iniciación de la industria roadmapping captaron el interés de los Institutos de Investigación durante los 1990s, y estos institutos han desarrollado metodologías roadmap intentando la aplicación en compañías individuales; estas metodologías han dirigido varios aspectos en la dirección de tecnología. Una selección de estas metodologías está enlistada en la tabla 1.

---

<sup>1</sup> <http://public.itrs.net>

<sup>2</sup> [www.epri.com/corporate/discover\\_epri/roadmap/](http://www.epri.com/corporate/discover_epri/roadmap/)

<sup>3</sup> [www.steel.org/mt/roadmap/roadmap.htm](http://www.steel.org/mt/roadmap/roadmap.htm)

<sup>4</sup> [www.eren.doe.gov/buildings/vision2020/](http://www.eren.doe.gov/buildings/vision2020/)

<sup>5</sup> [www.sandia.gov/Roadmap/home.htm](http://www.sandia.gov/Roadmap/home.htm)

**Tabla 1. Ejemplos de metodologías del roadmap.**

Desarrolladores	Ámbito
EIRMA (European Industrial Research Management Association)	Tiempo, características del producto/proceso, tecnologías, habilidades, ciencias, conocimientos, recursos (EIRMA, 1997)
Universidad del Norte-Occidente	Mercado, producto y tecnología, un resumen extra para explicar el plan de implementación y los riesgos.
Universidad Cambridge (T-Plan)	Mercados, productos, tecnologías, recursos, personalización de procesos estándares.
Universidad Purdue. Centro de tecnología roadmapping	Sistema de tecnología roadmapping basado en la Web, disponibilidad para investigación de organizaciones, asociaciones individuales e industriales. Los resultados del roadmap se mantienen para futuras investigaciones.
Universidad de Nottingham, grupo de manufactura	Tecnología roadmapping con un enfoque de inversión en I&D en tecnología de producción.

**Fuente: Gindy y Hodgson (2006).**

El proceso roadmapping es usado en las compañías como una herramienta para establecer una futura evaluación, para ofrecer e indicar las acciones que pudieran ser tomadas para permitir a estas compañías competir con sus competidores en el futuro. La tendencia de los ejercicios del proceso roadmapping son realizados cuando las organizaciones (departamentos, compañías, sectores, países o cualquier región económica) llegan a un punto de decisión, por ejemplo, una asignación anual de fondos económicos o a la rápida pérdida del mercado fragmentado debido a las crisis.

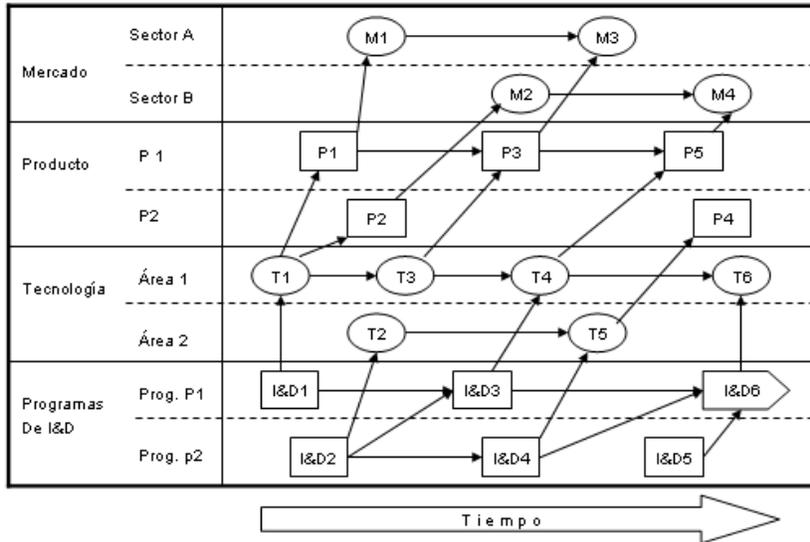
El formato más común para una compañía que aplica el roadmap es un gráfico de multi-capas, el periodo de tiempo es en el eje de la x, y las relaciones entre los eventos o los estados importantes en cada línea, indicados por las flechas, ver figura 1.

La tecnología roadmapping fue desarrollada a través de dos generaciones, y la tercera generación está emergiendo en este momento:

- Primera generación (1970 a mediados de 1980s). Metodologías con la finalidad de precisar y pronosticar con exactitud la tecnología.
- Segunda generación (a mediados de 1980 y finales de 1990s). Metodologías con el propósito de mejorar la planeación estratégica en las decisiones de tecnología.

- Tercera generación (finales de 1990s a la actualidad) metodologías con el propósito de la producción de tecnología integrada en las actividades de la dirección.

Pocas compañías, actualmente han incorporado la tercera generación del roadmap.



**Figura 1. Típico roadmap de tecnología.**  
Fuente: Gindy y Hodgson (2006).

## METODOLOGÍAS DEL ROADMAPPING

No existe ninguna metodología formal para la tecnología roadmapping porque la estructura y los procesos se adaptan dependiendo del uso. Sin embargo, hay un sistema de pasos comunes útiles en muchos procesos de roadmapping.

### □ **Metodología 1**

Metodología del roadmapping en la industria de las comunicaciones.

Fase I. Planeación. La etapa de planeación enmarca el proceso roadmapping basado en objetivos y el alcance de la aplicación. Durante el proceso del planeación, los límites de la actividad se definen; los recursos y los participantes para la actividad se aseguran.

Fase II. Entrada y análisis. Entrada: (Basado en expertos). Los talleres y/o los grupos de trabajo son un mecanismo primario para desarrollo del roadmap. Los talleres son típicamente series de reuniones que congregan a la gente apropiada, para expresar opiniones y para proporcionar el testimonio del experto. Identificar al grupo adecuado de participantes es crítico. Análisis: el trabajo analítico que apoya el desarrollo del roadmap puede modelar las herramientas, las simulaciones de computadora, y/o los estudios de caso.

Fase III. Salida del roadmap. La visualización comunica los resultados del roadmapping. Las formas de exhibir la información pueden diferenciar dependiendo de las entrevistas, a la gerencia, supervisores, clientes, etc.

Un formato básico del roadmap incluye diversas etapas que representan dirigentes del mercado (“porqué”); productos o sistemas (“qué”); y tecnología (“cómo”). Estas áreas dominantes en función de tiempo. El roadmap se puede también utilizar para ilustrar los acoplamientos entre estos dominios que traducen el marco total del proceso roadmapping a una representación visual. Los formatos del roadmap se adaptan para reflejar el uso, conduciendo a menudo a las etapas adicionales en el roadmap. Estas etapas pudieron incluir, por ejemplo:

- “Porqué” Mercadólogos: requisitos del cliente; competidores; ambiente; tendencias de la industria; estructura de la industria;
- “Qué”: Productos; negocio; objetivos estratégicos; metas de la política; sistemas; servicios; usos; capacidades; funcionamiento; características;
- “Cómo”: Tecnología; capacidades; componentes; procesos; plataformas de conocimiento; habilidades; instalaciones; infraestructura; estándares; ciencia; finanzas; proyectos de I&D.

El roadmapping puede apoyar una gama de diversos negocios, incluyendo la planeación del producto, la exploración de nuevas oportunidades, la asignación de recursos, la estrategia gerencial y la planeación del negocio. Además, cada

organización es diferente en términos de su contexto particular del negocio, cultura de la organización, procesos del negocio, recursos disponibles, tipos de la tecnología, etc. Por estas razones, para que el proceso de roadmapping sea exitoso, se debe modificar la metodología para requisitos particulares de la satisfacción de cada empresa.”

## □ **Metodología 2**

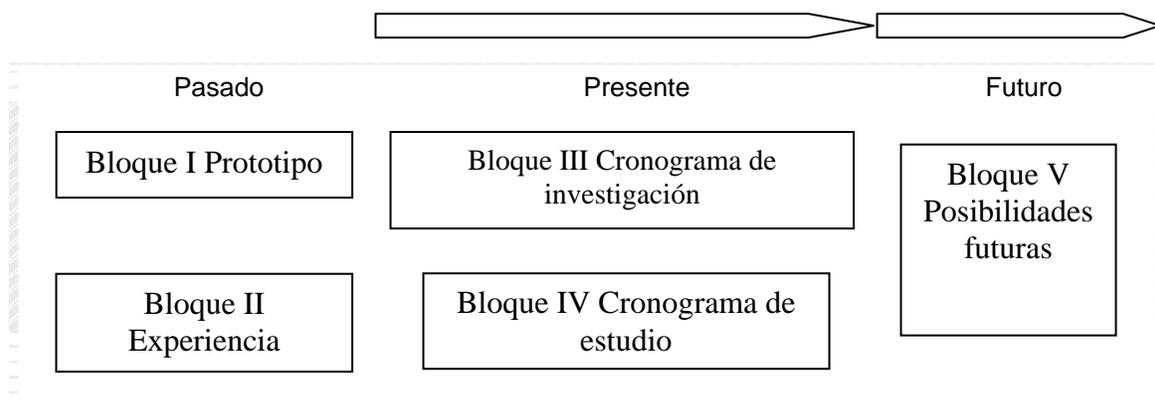
### Roadmap de tecnología Académica

Con el propósito de Formar personal académico de investigación en la metodología roadmaps basado en la planeación interactiva. El Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Japón, decidió utilizar el Roadmapping y la planeación interactiva, PI. Al fusionar los dos conceptos anteriores se llego al análisis de involucrar en el proceso de roadmapping los principios (participación, continuidad, holístico) de la planeación interactiva.

El contenido y el formato de lo roadmap de tecnología académica, sigue el modelo de ATRM (Academia Technology Roadmap) (roadmaps de tecnología académica). Hay cinco bloques en el modelo de ATRM, según las indicaciones de la figura 2.

- *Bloque 1:* prototipo o investigación histórica. Esto describe el enfoque del investigador y el estado actual del objetivo de la investigación.
- *Bloque 2:* experiencia. Esto describe qué habilidades/conocimiento tiene el investigador.
- *Bloque 3:* cronograma de investigación. Describe qué proyectos de investigación hará el investigador, el cronograma y las personas fundamentales para hacer esos proyectos.
- *Bloque 4:* cronograma de estudio. describe qué clase de habilidades y de conocimiento debe adquirir el investigador, para satisfacer el plan de la investigación.

- *Bloque 5:* posibilidades futuras. Esto describe qué clase de trabajo futuro puede realizar el cronograma de investigación en el bloque 3, y cuales logros futuros pueden obtenerse.



**Figura 2. Modelo ATRM**

**Fuente:** Roadmapping as a way of knowledge management for supporting scientific research in academia, 2006.

La metodología 2 consta de seis fases, con algunos ciclos entre estas fases, figura 3. A continuación se da una descripción de estas fases:

*Fase 1: Formación de grupos.* La metodología sugiere formar un equipo de roadmapping. Acorde con el principio de participación de PI. Los grupos pueden ser formados dentro de un sencillo laboratorio, y esto es sugerido por un grupo compuesto de diferentes investigadores de diferentes áreas. Un grupo debe contar con dos miembros diferentes, además de los investigadores regulares. El primer paso, interactúa con la experiencia de los investigadores, por ejemplo profesores asociados. El segundo es un conocimiento coordinado por las personas que establecen las actividades de investigación basada en la teoría de la creación de conocimiento. Para la comunicación efectiva en el grupo, los autores sugieren de 6 a 12 personas, como el tamaño ideal del grupo.

*Fase 2: Explicación del conocimiento.*

La explicación debe informar a cada miembro las metas del grupo, que es lo que debe hacer, cuando, donde y como hacerlo. Durante la explicación, todos los miembros son animados para preguntar las dudas que pudieran surgir.

*Fase 3: Descripción de la situación actual.*

En esta fase, se brinda una descripción de la situación actual, los cuales incluye:

- Un conocimiento básico del área de investigación;
- Los grupos/laboratorios líderes en el mundo en la investigación del área;
- Equipo comunes y destrezas necesarias en esta área;

De hecho, esto es complejo para asimilar toda la información al mismo tiempo, esta fase comúnmente incluye varios talleres o seminarios.

*Fase 4: Estatus actual y reportes de un diseño idealizado de cada miembro.*

Es esta fase, cada miembro necesita describir su experiencia (destrezas y conocimientos). Cada habilidad y conocimiento de cada miembro debe ser documentada, como en el bloque II, en el formato de roadmap para introducirse en la figura 2. Después que cada miembro identifica un prototipo del tema de investigación y sintetiza la investigación actual. Desde el punto de vista de la planeación interactiva, la fase 3 constituye la "Formulación del tema". Durante este proceso los miembros pueden reunir su conocimiento y experiencias en una discusión con cada uno de ellos. Para utilizar el diseño idealizado de la planeación interactiva, cada miembro describe sus metas de la investigación y como puede alcanzarlos. El diseño idealizado es discutido por el grupo entero, y cada individuo puede refinar y modificar su diseño idealizado con el beneficio del conocimiento del grupo. También pueden ser identificadas las posibilidades futuras (bloque V en la figura 2) través de discusiones.

*Fase 5 Cronograma de investigación y de estudio.*

En la fase 4, el roadmapping ha contestado a las preguntas, cual es el significado de que todos los miembros conozcan donde se encuentran ahora, a donde quieren llegar y como obtenerlo. Ahora se integran estas repuestas en un roadmaps. En esta fase cada miembro desarrolla un cronograma de investigación (bloque III en la figura 2) y un cronograma de estudio (bloque IV

en la figura 2), en la cual pueda realizar la meta de la investigación y presente a todos los miembros del grupo. En la fase 4 el moderador del grupo debe acordar varios talleres de trabajo hasta que cada cronograma de investigación y estudio de los miembros se ha aceptada por todos o casi todos los miembros.

#### *Fase 6: Implantación y control.*

En la fase 5 todos los investigadores de roadmaps están listos. El moderador del grupo debe organizar seminarios regulares y talleres de trabajo para monitorear y controlar la implantación del personal de investigación en roadmaps. El roadmap debe continuar redefiniéndose en la práctica, acorde con el principio de continuidad de la planeación interactiva.

Similar para la noción de Ackoff que el proceso de planeación es más importante que el producto del plan actual, aquí el autor diría que el proceso de roadmapping es más importante que el producto del roadmap.

### □ **Metodología 3**

El departamento de desarrollo de negocios estratégicos en Albuquerque, construyó una metodología del proceso roadmapping en tres fases: (figura 4)

#### **Fase I. Actividad preliminar.**

En esta fase los tomadores de decisiones deben comprender que se tiene un problema y que un roadmap los puede ayudar a solucionarlo. Ellos deben decir que será mapeado y como el roadmap les ayudará a tomar las decisiones de inversión.

- Satisfacer condiciones esenciales. Debe haber una necesidad percibida de un roadmap y el desarrollo de colaboración. El roadmapping necesita el esfuerzo y la participación de varios grupos heterogéneos, los cuales tienen perspectivas y horizontes diferentes del proceso de planeación, así como de clientes y de proveedores.

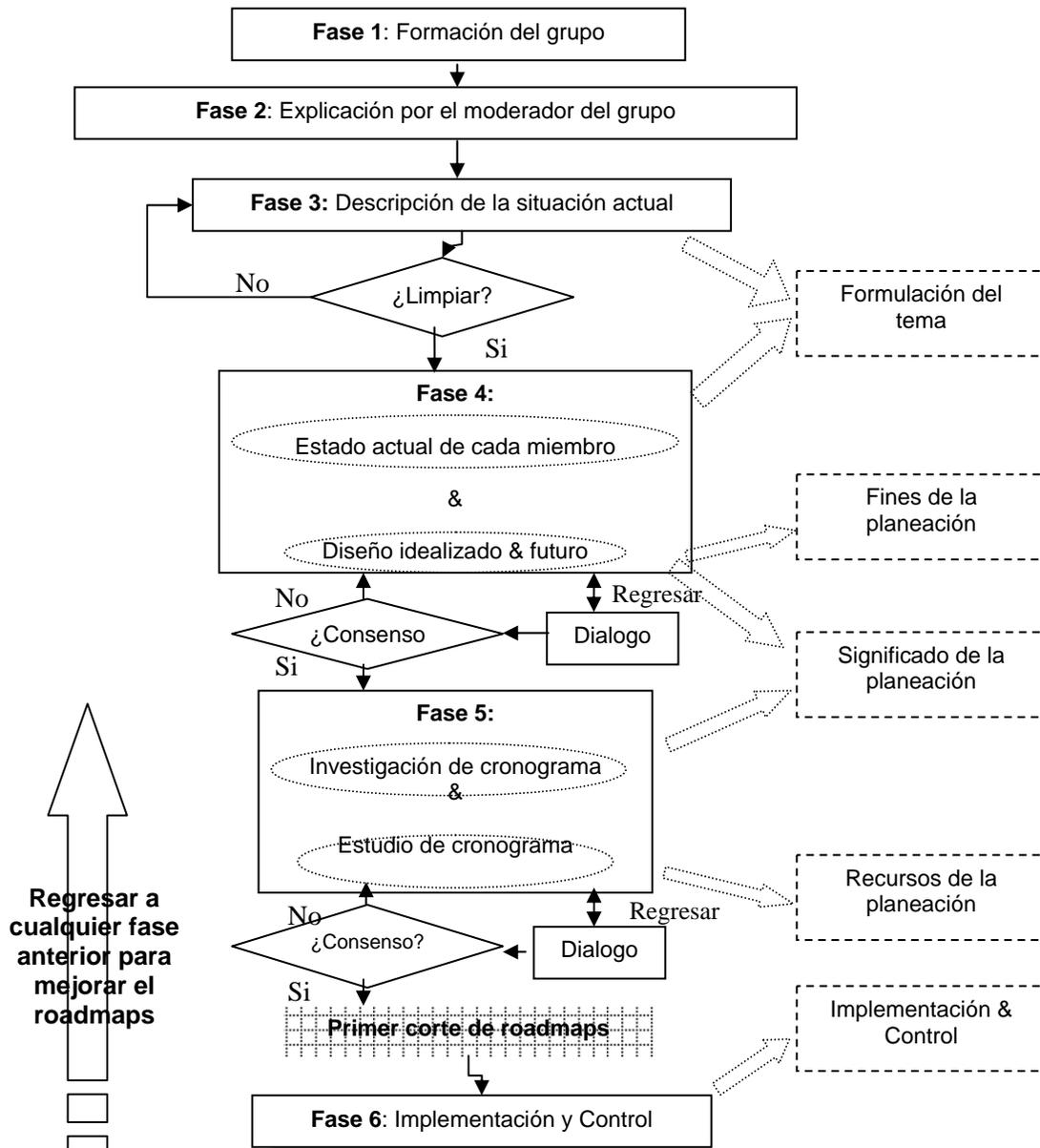


Figura 3. Una metodología para formar personal de investigación de roadmaps.  
Fuente: Ma, Shu y Yoshiteru 2006.

- Proporcionar el liderazgo/patrocinio. A causa del tiempo y la dificultad en el roadmapping, debe haber un liderazgo/patrocinio comprometido, del grupo que va a poner en práctica real el roadmap.
- Definir el alcance y las fronteras para el roadmap. Este identifica la necesidad del roadmap, como será usado y claramente especifica el alcance y las fronteras del roadmap.

## **Fase II. El desarrollo del roadmap tecnológico.**

Esta implica siete pasos. Estos pasos son para crear un roadmap de tecnología.

- Identificar el producto que será el foco del roadmap. El seleccionar el foco apropiado es crítico, sobre todo si hay incertidumbre sobre las necesidades del producto, el empleo de escenarios básicos en la planeación puede ayudar. Los escenarios son usados para identificar las necesidades, servicios o productos.
- Identificar las exigencias críticas del sistema y sus objetivos. Las exigencias críticas proporcionar el marco total para el roadmap y son las dimensiones de alto nivel con las cuales la tecnología se relacionan. Una vez que los participantes han decidido que necesidades deben ser mapeadas, se identifican las exigencias críticas del sistema.
- Especificar las áreas principales de tecnología. En este punto, las exigencias críticas del sistema son transformadas en la tecnología, los conductores orientan la tecnología a las áreas específicas. Estos conductores de tecnología son las variables críticas que determinan cuales tecnologías alternas son seleccionadas. Los objetivos del conductor de tecnología especifican si una tecnología alterna es viable, la cual debe ser capaz de funcionar para una cierta fecha.
- Identificar tecnologías alternas y sus líneas de tiempo. Una vez que los conductores de tecnología y sus objetivos son especificados, se selecciona las tecnologías alternas que pueden satisfacer aquellos objetivos identificados. Un objetivo complejo puede requerir brechas de varias tecnologías o una tecnología puede chocar con múltiples objetivos. Para cada una de las tecnologías alternas identificadas, el roadmap también debe estimar una línea de tiempo que ira madurando conforme a los objetivos del conductor de tecnología. Cuando múltiples tecnologías se están persiguiendo en paralelo, los puntos de decisión tienen que ser identificados para cuando una tecnología sea considerada la mejor.

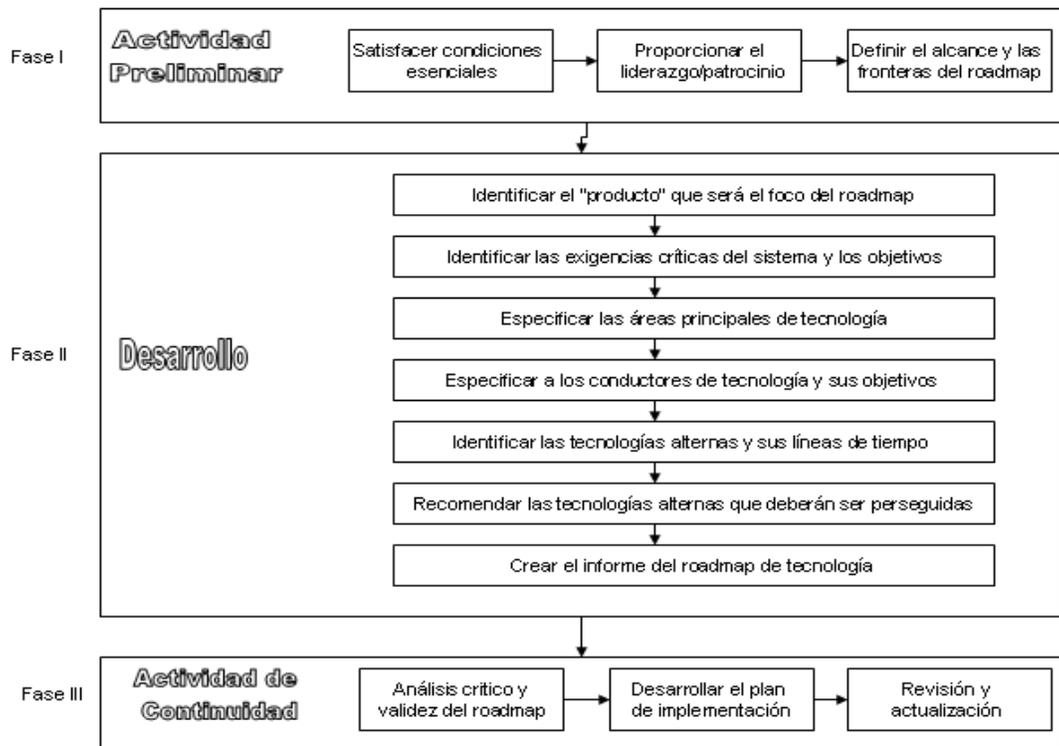
- Recomendar las tecnologías alternas que deberán ser perseguidas. Estas tecnologías alternas varían en términos de costo, programa y/o funcionamiento.
- Crear el informe del roadmap de tecnología. En este punto ya se ha desarrollado el roadmap, y se crea el informe del roadmap, el cual debe incluir: factores críticos, (eliminar los obstáculos) que si no se encuentran hará que el roadmap falle, identificación, descripción de cada de área de tecnología y su estado actual, áreas no dirigidas en el roadmap, recomendaciones técnicas, recomendaciones de implementación.

### **Fase III. Actividad de continuidad.**

Con el apoyo de la fase I, las actividades de continuidad serán mucho más fáciles. El roadmap no puede dirigir las cuestiones que los tomadores de decisiones claves tienen que resolver. Y como consecuencia el roadmap no puede ser usado.

- Análisis crítico y validación del roadmap. En esta fase el roadmap tiene que ser repasado, analizado críticamente, validado y responder a las siguientes preguntas, ¿Si las tecnologías alternas recomendadas son desarrolladas, serán encontrados los objetivos?, ¿Las tecnologías alternas son razonables? ¿Es omitida alguna tecnología importante?, ¿El roadmap es claro y comprensible para las personas que no estuvieron implicadas en el proceso del mapa?, ¿El roadmap cumple las expectativas propuestas?
- Desarrollar un plan de implementación. En este punto, se cuenta con una vasta información para hacer la mejor selección de tecnología y decisiones de inversión. Basado en las tecnologías alternas recomendadas, el plan es desarrollado.
- Revisión y actualización. Los roadmaps de tecnología deben ser repasados y actualizados. Con el roadmap inicial, la incertidumbre aumenta con el plazo de tiempo. Con el tiempo, como ciertas tecnologías son exploradas y entendidas, se va reduciendo la incertidumbre. La revisión y el ciclo de

actualización permiten tanto al roadmap como a la implementación ajustarse a los cambios.



**Figura 4. Fases de la tecnología roadmapping**  
Fuente: García y Bray (1997).

#### □ Metodología 4

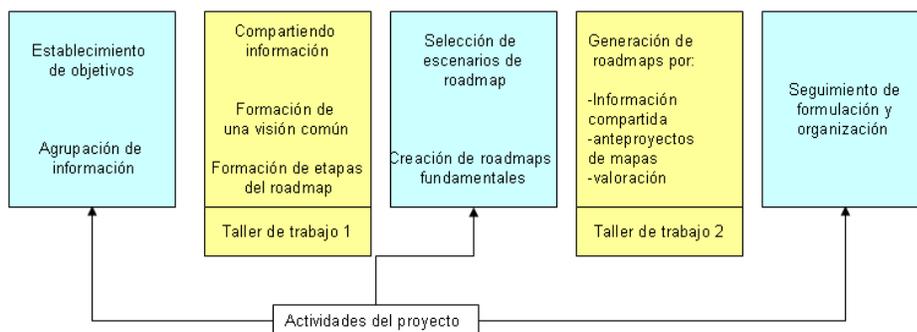
El proceso del roadmapping producto-tecnología desarrollado por Philips Electronics, fue con el propósito de una mejor integración de negocios, una estrategia de tecnología y mejorar de inicio a fin el proceso de la creación de un producto (el concepto y fase principal). El equipo de trabajo integra la participación en la organización y una buena comunicación son características esenciales para el proceso. Los beneficios incluyen un fragmento de la estrategia producto-tecnología y un acceso a la planeación de funciones cruzadas para el producto-tecnología y la construcción de la visión. (Groenveld, 1997)

Al establecer el proyecto por equipo se necesita considerar tales temas como:

- ¿Qué se quiere alcanzar?

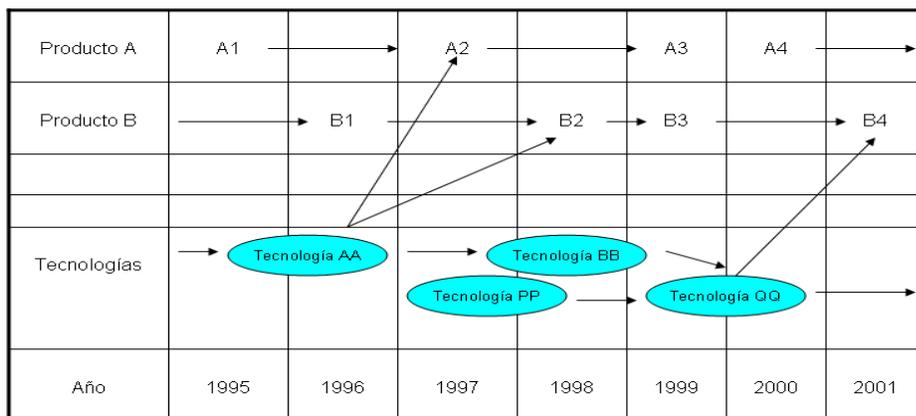
- ¿Para cuales productos se necesitan los roadmaps?
- ¿Cuáles son las relaciones entre los roadmaps?
- ¿Cómo se puede organizar el proceso de roadmapping?
- ¿Cómo se puede asegurar el seguimiento?

La figura 4 muestra las líneas exteriores como el proceso total de la construcción del roadmap puede ser estructurado.



**Figura 4. Los elementos esenciales para la construcción del proceso del roadmap son el establecimiento de un proyecto multidisciplinario que guía los procesos, y los talleres de trabajo que son organizados para asegurar el compromiso integral de las entradas de la organización. Fuente: Groenvelde (1997).**

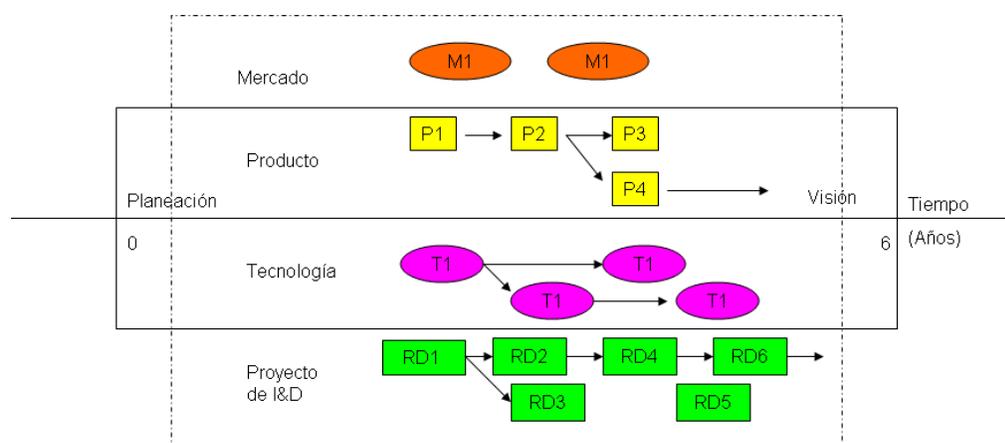
El principio de un roadmap de producto-tecnología es ilustrado en la figura 5.



**Figura 5. El roadmap presenta, los productos y tecnología requeridos para realizar estos productos para un periodo de cinco años, también las relaciones entre los productos y tecnología en tiempo. Fuente: Groenvelde, 1997**

El roadmap producto-tecnología requiere un buen entendimiento de los mercados y aplicaciones a fin de definir los productos en periodos para los requerimientos del cliente. De estos requerimientos, las funciones técnicas del producto son determinadas

y las tecnologías que se necesitaron para realizar estas funciones. Todas estas actividades ayudan para mejor, en particular, el proceso de creación del producto de principio a fin para proporcionar mejor la información. Los proyectos de I & D ayudan para la construcción de habilidades necesarias de tecnología. La figura 6 muestra como estas áreas son relacionadas.



**Figura 6. Los roadmaps producto-tecnología son la parte central del mercado-producto-tecnología-cadena de desarrollo. La construcción del roadmap depende del acercamiento de la demanda de la corporación y las funciones responsables de estas áreas. Fuente: Groenveld, 1997**

La fase de planeación es para dirigir predeterminados programas de producto y asignar recursos para el desarrollo. La fase de visión del proceso de roadmapping depende fuertemente en la construcción de la visión.

Los detalles de implementación del proceso del roadmapping en construcción difieren de un grupo a otro, dependiendo del tipo de roadmap para ser desarrollado y las estructuras de comunicación y prácticas de la organización afectada. A menudo estos procesos son ayudados por herramientas como despliegue de funciones de calidad, análisis de portafolio, análisis foda, matriz de innovación, entre otros.

## 6. VENTAJAS DEL ROADMAPPING

Roadmapping es una herramienta práctica para la planeación estratégica y sus beneficios son tangibles.

1. Establece una visión. Los roadmaps crean un marco común para pensar en el futuro y crean una plataforma de la cual se discuten cuestiones claves.
2. Anima a pensar sistemáticamente. El roadmapping a pensar en el desarrollo de la tecnología dentro del contexto del suprasistema y los asistentes mejoran la comprensión de los acoplamientos entre tecnología, la política, y dinámicas de la industria.
3. Es una herramienta de planeación y coordinación. Los roadmaps alinean las tecnologías y los productos con el mercado, exigen la representación de la evolución de la tecnología y de los mercados. Los roadmaps pueden ayudar en el descubrimiento de las necesidades comunes de la tecnología dentro de una organización, permitiendo compartir y consolidar la I&D.
4. Acelera la innovación. Roadmapping proporciona una mejor comprensión de las trayectorias potenciales para la innovación, ayuda a visualizar las nuevas oportunidades para las generaciones futuras del progreso del producto.
5. Contribuye a la comunicación. Los roadmaps pueden proporcionar un acoplamiento crucial entre los equipos de la empresa, mejorando la comunicación y proporcionando un sentido claro del objetivo a corto y a largo plazo. Los roadmaps de la industria pueden ayudar a las comunicaciones con los clientes a través de la cadena de valor.
6. Realza las perspectivas del desarrollo económico para todo un sector industrial con esfuerzos de colaboración en la innovación y el desarrollo tecnológico.
7. Justifica las oportunidades y disminuye el riesgo de inversión. Los roadmaps pueden proporcionar los medios para reducir el riesgo de la inversión, alineando y desarrollando un sistema común de recursos o de herramientas. A través de la cadena de valor el roadmap puede optimizar recursos asegurando que las tecnologías dominantes y las herramientas de la fabricación estén disponibles en el tiempo necesario para reducir el riesgo de la inversión, mejorar la probabilidad del éxito, asegurar el desarrollo de la tecnología y la innovación continúan.

8. Dirige el financiamiento científico de la investigación otorgada por el gobierno. Los roadmaps se pueden utilizar para convencer a los representantes del gobierno con respecto a la ayuda de la investigación científica fundamental que tratará barreras a largo plazo de la tecnología.

## **7. CONCLUSIONES**

La tecnología roadmapping es un instrumento de planificación, control y comunicación de tecnología, eficaz en un ambiente cada vez más competitivo. Para tomar la decisión acertada, en la selección de las alternativas de tecnología que se cuentan, es crítico identificar la necesidad para realizar el roadmap y cuál será su objetivo. El roadmap es útil para coordinar el desarrollo de múltiples tecnologías, en proyectos múltiples. La coordinación es esencial cuando se relacionan las tecnologías básicas con las capacidades principales de la organización. La información y el análisis de las necesidades y las alternativas de tecnología tienen un valor fundamental para crear el roadmap producto-tecnología.

También se considera al roadmap como una herramienta efectiva para acceder a la alta tecnología de la organización y optimizar las decisiones de inversión. Por lo tanto, el roadmapping es usado como una herramienta exitosa para la adquisición de tecnología y la planeación del desarrollo de las funciones futuras, lo cual motivará a la integración de un sistema de información de tecnologías de las compañías.

El roadmapping integra todos los aspectos relevantes al mercado para tomar las decisiones de selección de tecnología, incluyendo el desarrollo de la estrategia, innovación y el desarrollo de un nuevo producto. La dirección de tecnología requiere establecer apropiadamente el flujo de conocimientos entre el mercado y la perspectiva tecnológica en la organización. Este proceso se ve influenciado por factores internos y externos.

Como factores internos se analizan dentro de un ciclo de tecnología los cuales involucra, la identificación, selección, adquisición, explotación y protección de tecnología, de esta manera, contribuyen a una efectiva dirección de tecnología en la organización.

Como factores externos se tienen los requerimientos del cliente que cada vez son más complejos y demandan productos diversificados, es decir, los consumidores son más exigentes en las especificaciones de los productos para satisfacer sus necesidades. Debido a esto, las organizaciones se ven obligadas a innovar en sus productos, por lo cual la innovación y el desarrollo tecnológico empujan a las empresas a diseñar productos para alcanzar una competitividad global (technology push).

A través de la globalización y al creciente mercado, las organizaciones viven día a día una competitividad, en la que se ven comprometidos a competir y obtener un posicionamiento en el mercado y a la vez ir sumando clientes satisfechos y leales a sus productos, Por lo cual las organizaciones se ven jaladas por la competencia del mercado para invertir en tecnología y de esta manera cumplir con las expectativas de los clientes (market pull).

Debido a la importancia de la innovación en el crecimiento económico, se puede entender como el proceso de cambio en el cual se desarrolla un producto, servicio o técnica, siempre y cuando tenga una aceptación en el mercado y de solución a un problema social.

Por lo tanto, si se quiere ser un país competitivo, es hora de innovar, a través de emplear una eficaz técnica como la innovación, producto-tecnología y aplicando los elementos de investigación, desarrollo y creatividad para alcanzar una competencia globalizada.

## 8. REFERENCIAS

1. Agostini Durand. (2005). Innovación y creatividad. [En línea] Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales5/emp/queinnova.htm>, [Fecha de consulta: Septiembre 2007].
2. Alvarez M. (2005). Es hora de innovar. [En línea] Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales5/emp/vaunoin.htm>, [Fecha de consulta: Septiembre 2007].
3. Bruce Elizabeth y Fine Charles. (2004). Technology roadmapping: Mapping a future for integrated photonics. [En línea] Disponible en: [http://www.hbs.edu/units/tom/seminars/2004/fine-5-Tech\\_Rdmap.pdf](http://www.hbs.edu/units/tom/seminars/2004/fine-5-Tech_Rdmap.pdf) [Fecha de consulta: Febrero, 2007].
4. Escoras Castells y Valls Pasola. Tecnología e innovación en la empresa, Dirección y gestión, Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España, 2001.
5. Farrukh, C. J. P., Phaal, R. y Probert, D. R. (2000), Technology roadmapping – linking technology resources into business planning, 4th Conferencia Internacional en dirección de manufactura de innovación (MIM2000), 17-19 de Julio, Escuela de Negocios de Aston, Ucrania.
6. Gindy Nabil, Cerit Bülent y Hodgson Allan. (2006). Technology roadmapping for the next generation manufacturing enterprise. [En Línea] Disponible en: [www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=/published/emerald/fulltext/article/pdf/0680170401.pdf](http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=/published/emerald/fulltext/article/pdf/0680170401.pdf) [Fecha de consulta: 30 Octubre 2007].
7. García L. y Bray H. (1997). Fundamentals of Technology Roadmapping. Strategic Business Development Department, Sandia National Laboratories. [En línea] Disponible en: <http://www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf>. [Fecha de consulta: Mayo, 2007 ]
8. Groenveld, Peter. (1997) Roadmapping integrates business and technology. Research Technology Management, Vol. 40, No. 5, Septiembre-Octubre, pp. 48-55.
9. Hernández Sampieri. Metodología de la investigación 3a. Edición. Editorial McGraw-Hill, México, 2003.
10. Larios Santos. (2003). La importancia de los mapas de las trayectorias tecnológicas en la gestión de la tecnología. [En línea] Disponible en: <http://www.interscience.wiley.com>. [Fecha de consulta: Noviembre 2007].

11. Ma, Tiejun, Shu, Liu y Yoshiteru, Nakamori. (2006) Roadmapping as a way of knowledge management for supporting scientific research en academia. [En línea] Disponible en: <http://www.interscience.wiley.com>. [Fecha de consulta: Junio, 2007]
12. Montemayor Hernández, García Treviño y Garza Gorena. Guía para la investigación documental. Ed. Trillas, México, 2002.
13. Muñoz Razo. Como elaborar y asesorar una investigación de tesis. Ed. Prentice Hall Pearson, México, 1998.
14. Olea Franco, Manual de técnicas de investigación documental para la enseñanza media. Ed. Esfinge, México, 2001.

# XII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS A.C. (ACACIA)

## ANALISIS DE LA UTILIDAD ECONÓMICA DE UNA PIARA MEDIANTE UN DISEÑO CENTRAL COMPUESTO

Mesa de Trabajo: Ingeniería y Gestión de Sistemas

Héctor Rivera Gómez<sup>1</sup>, Jaime Garnica Gonzalez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial  
(CIAII), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
(UAEH), Pachuca Hidalgo, México Teléfono: (01 771)  
7172000, extensión: 6745, fax: (01 771) 7172000 extensión:  
6733, e-mail: hriver06@hotmail.com

13, 14, 15 y 16 de Mayo de 2008, Tijuana, Baja California,  
México

# ANALISIS DE LA UTILIDAD ECONÓMICA DE UNA PIARA MEDIANTE UN DISEÑO CENTRAL COMPUESTO

*Resumen: El objetivo del presente trabajo es analizar el comportamiento de la utilidad económica de una piara, a fin de identificar los factores de mayor importancia que influyen en ella y poder incidir en la competitividad de los pequeños productores del sector. Para esto se aplica un proceso markoviano de decisión como apoyo en la toma de decisiones del productor y posteriormente mediante un diseño central compuesto se genera una superficie de respuesta con los factores de mayor importancia en la utilidad económica.*

Palabras Clave: Procesos markoviano de decisión, Diseño central compuesto, Programación lineal, Valor presente neto, Utilidad Económica.

## **I. Introducción**

El objetivo de este trabajo es aplicar un diseño central compuesto derivado de la metodología de los diseños experimentales en especial del tipo de superficie de respuesta al problema de reemplazo de unidades productivas en una piara, modelado a través de un proceso markoviano de decisión, esto con el fin de contar con un instrumento que permita comprender el comportamiento de la utilidad económica de la piara y por ende estar en condiciones de mejorar la competitividad de pequeños productores mediante la manipulación de dos factores clave en la administración de la misma. Para esto la hipótesis de investigación plantea que es posible desarrollar un diseño central compuesto en la utilidad económica de la piara. Además en este trabajo se presenta una breve reseña sobre la situación que guarda el sector porcino en México a fin de justificar esta investigación desde una perspectiva económica. A manera de marco teórico, se discuten algunas técnicas y autores relacionados con el problema., posteriormente presentamos nuestra propuesta en forma analítica y finalmente, se muestra la solución de algunas instancias con datos obtenidos en Plá et al (2003).

## **II. Antecedentes**

### ***A. Aspectos del sector porcino en México***

La producción porcina en México presenta una tendencia de crecimiento a partir del año 1996 hasta el año 2002, año en el cual se inicia un periodo de disminución en la producción. Hacia el año 2005 se encuentra que la producción porcina asciende alrededor de 1,087,800 toneladas. La tendencia del sector para los próximos años señala que existirá un crecimiento. En conjunción con la tendencia mundial, también existen claros indicios de que el consumo de cerdo seguirá creciendo al menos en las próximas dos décadas, Gallardo (2005). En materia de costos de producción, y con base en la información del sistema de costeo, la alimentación del animal es el egreso más importante, seguido por los costos financieros, a estos le siguen las erogaciones en materia de energía eléctrica, combustibles, transportes, impuestos y gastos de mantenimiento, entre otros. El cuarto concepto es el de medicamentos. En la

actualidad, el sistema semitecnificado o pequeños productores en México presenta importantes niveles de pérdida, debido a que, independientemente de que se hace un gran esfuerzo para la reducción de los costos en general y se tiene un precio relativamente estable, la persistencia de la baja productividad, les confiere baja o nula competitividad con respecto a los productores tecnificados o grandes e integrados orillando a los pequeños y medianos productores a reorientar sus ventas a pequeños mercados regionales o locales, en donde no enfrentan competencia con producto de granjas tecnificadas o de importación, Gallardo (2006). Por lo anterior, resulta de gran importancia y prioritario desarrollar técnicas modernas de crianza altamente tecnificada, con el apoyo de la capacitación y la tecnología computacional para la toma de decisiones relacionadas con aspectos como las inversiones del proceso, las cantidades óptimas de animales en las piaras y la optimización de cadenas de comercialización entre otras.

### ***B. Autores relevantes del área***

Por lo anterior, existe a nivel mundial un marcado interés en profesionalizar la crianza de este y otros mamíferos, como bovinos y caprinos para abastecer los mercados cada vez más demandantes de dichos productos. Los objetivos se enmarcan en lograr mayor producción de carne a partir de la crianza y conservación de hembras altamente rentables en la producción de camadas. El estudio del problema de reemplazo en granjas productivas data de varios años, este problema resalta su importancia puesto que es la principal herramienta que el productor posee para mejorar la productividad de su negocio, la capacidad de decidir en mantener o reemplazar un animal en la piara influye bastante en su utilidad económica. El autor que permitió el desarrollo de este problema es Howard (1960), quien fue la primera persona que combinó la programación dinámica con la metodología de las cadenas de Markov. Posteriormente Giaefer (1966), fue el primer investigador en plantear un modelo sencillo de reemplazo de animales mediante la programación dinámica y la programación lineal. Jorgensen (1992) se enfocó al estudio en condiciones reales de operatividad de sistemas

dinámicos en especial de granjas porcinas. En cambio Kristensen (1996) abordó el problema de reemplazo en sistemas dinámicos en granjas lecheras. Plá y Pomar (2003) estudiaron el problema de reemplazo en granjas porcinas. Inclusive en México encontramos algunos enfoques innovadores en el área por ejemplo Lechuga et al (2006) quien aborda la perturbación de los sistemas dinámicos y Rivera et al (2007) donde se aplica una red de Petri estocástica en la modelación del ciclo productivo de la piara.

### **C. Proceso markoviano de decisión**

Un proceso markoviano de decisión (PMD), provee un marco matemático para modelar la toma de decisiones en situaciones donde los resultados están en parte dados por factores aleatorios y en parte por factores bajo el control por parte del tomador de la decisión. Los PMD son útiles en el estudio de un gran rango de problemas de optimización resueltos vía programación dinámica, programación lineal o redes neuronales. Más precisamente un PMD es un proceso estocástico de tiempo discreto caracterizado por un conjunto de estados, en cada estado hay varias acciones de las cuales el tomador de decisiones debe escoger. Por cada estado “s” y una acción “a”, una función de transición de estado “ $P_a(s)$ ” determina las probabilidades de transición para el siguiente estado. El tomador de decisiones gana una recompensa por cada estado visitado. Los estados de un PMD poseen la propiedad markoviana, esto implica que si el estado actual del PMD en el tiempo “s” es conocido, las transiciones a un nuevo estado en el tiempo “t+1” son independientes de todos los estados previos, es decir no hay tendencias en las decisiones.

Un PMD es el  $(S, A, P(\cdot, \cdot), R(\cdot))$  vector donde “S” es el espacio de estados, “A” es el espacio de acciones, “ $P_a(s, s')$ ” es la probabilidad que la acción “a” en el estado “s” en el tiempo “t” guiará al estado “s’” en el tiempo “t+1”.  $R(s)$  es la recompensa inmediata recibida después de la transición hacia el estado “s’” desde el estado “s” con la probabilidad de transición “ $P_a(s, s')$ ”.

#### **D. Diseño central compuesto**

En estadística un diseño central compuesto es un diseño de experimento útil en la metodología de superficie de respuesta, para construir un modelo de segundo orden o cuadrático para la variable de respuesta sin la necesidad de utilizar un diseño factorial completo de 3 niveles. Después de la aplicación del diseño de experimentos, se utiliza la regresión lineal algunas veces de manera iterativa para obtener resultados. A menudo se utilizan variables codificadas cuando se construye el diseño.

El diseño consiste en tres distintos conjuntos de corridas experimentales:

1. Un diseño factorial de dos factores completo o fraccionario, cada uno con dos niveles.
2. Un conjunto de puntos centrales, corridas experimentales cuyos valores de cada factor es la medida de los valores utilizados en la porción factorial. Estos puntos son a menudo replicados a fin de mejorar la precisión del experimento.
3. Un conjunto de puntos axiales, corridas experimentales idénticas al punto central excepto por un factor, los cuales tomarán valores abajo y por encima de la media de los factores y típicamente afuera de su rango. Los dos factores son modificados en esta forma.

### **III. Metodología**

En este trabajo se consideran los estados y condiciones más representativas de la piara productora de lechones. Se tomo como base el diagrama de flujo modelo de una granja dedicada a la producción de cerdos, propuesto por la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Pinelli (2004), el cual se muestra en la figura 1. Bajo el supuesto de que el comportamiento del ciclo reproductivo de las cerdas de la granja porcina puede ser representado como una cadena de Markov ergódica es decir que la Cadena es cíclica, viva y limitada, Rivera (2007), se modela

el ciclo productivo utilizando como políticas del negocio, las de conservar a las cerdas en la piara, o bien, sacarlas de la misma si éstas no son productivas y reemplazarlas. Las probabilidades de transición necesarias son estimadas a partir de datos observados en un periodo de tiempo fijo, Billingsley (1961). Así, las probabilidades de máxima verosimilitud para cada transición están dadas por la ecuación (1):

$$P(j/i, a) = \frac{n_{ij}}{n_i} \quad (1)$$

Donde “ $n_{ij}$ ” es el número de cerdas que pasan del estado “ $i$ ” al estado “ $j$ ”, cuando es tomada la acción “ $a$ ” y “ $n_i$ ” es el número total de cerdas reproductivas que han pasado a través del estado “ $i$ ” durante el periodo considerado. A fin de reducir el espacio de estados y tener una cadena de Markov manejable, se consideran los siguientes estados: Cubrición (el cual cubre la etapa de inseminación o monta), Gestación, Lactación (implica la actividad de maternidad y destete), Aborto (abarca la etapa de Desechos y Bioseguridad), Muerte. En una situación real, estos estados siguen el ciclo de vida natural de las cerdas. Note que cada ciclo productivo está formado sólo por 5 estados. En general se contemplan 8 ciclos productivos para las cerdas dentro de la piara, esto implica que las cerdas pueden tener un máximo de 8 camadas en la granja, después de esto serán reemplazadas por un nuevo animal. De esta forma la cadena de Markov propuesta está formada por 40 estados tal como se muestra en la matriz 1. El diagrama de transición para los estados de los 8 ciclos productivos se muestra en la figura 2. Las variables representativas de los estados que caracterizan a cada ciclo  $i$  son las siguientes:

$C_i$  \_ cubrición en el ciclo  $i$   
 $G_i$  \_ gestación en el ciclo  $i$   
 $L_i$  \_ lactación en el ciclo  $i$   
 $A_i$  \_ aborto en el ciclo  $i$   
 $M_i$  \_ muerte en el ciclo  $i$

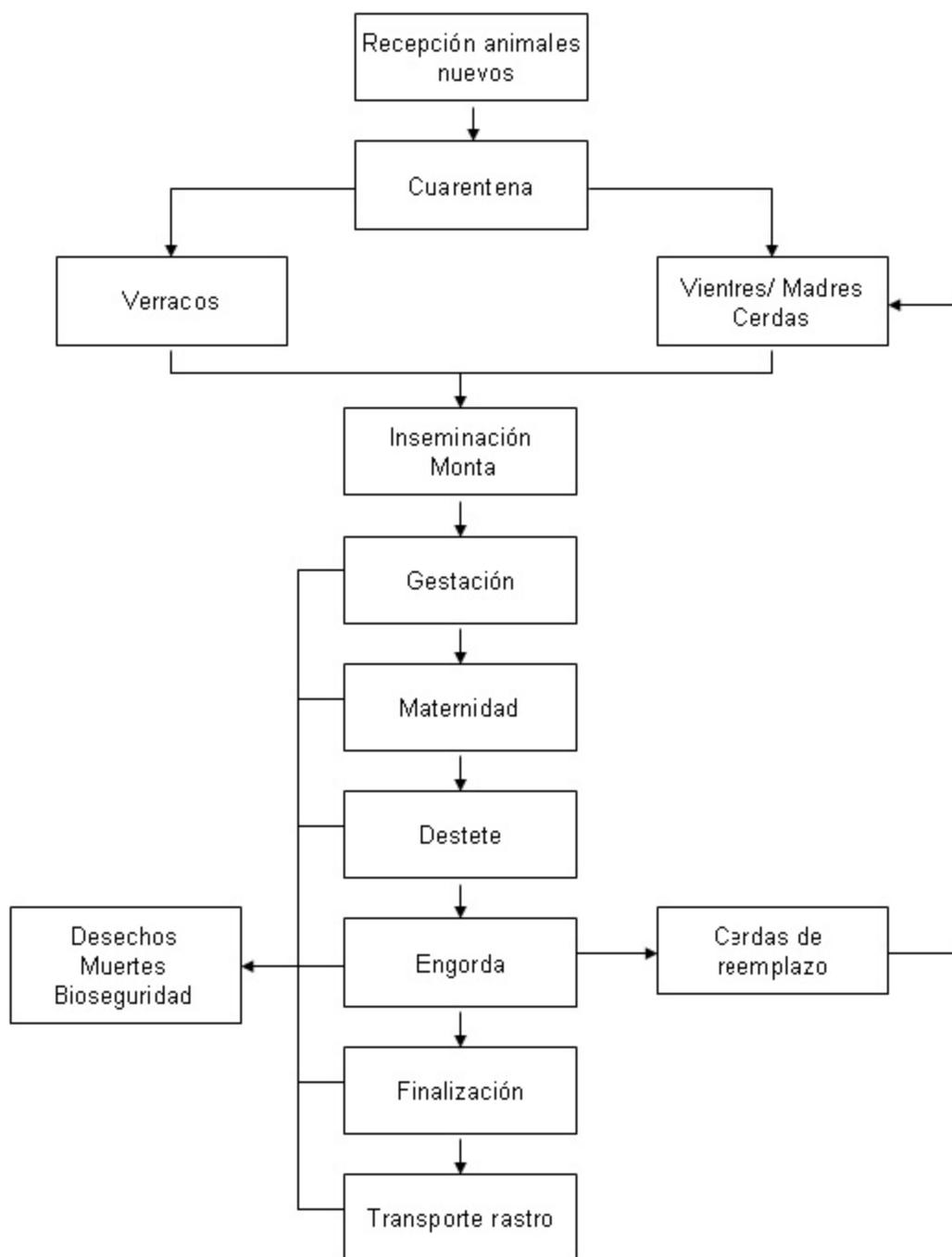


Figura 1: Diagrama de flujo de una granja dedicada a la producción de cerdos en confinamiento

Estados

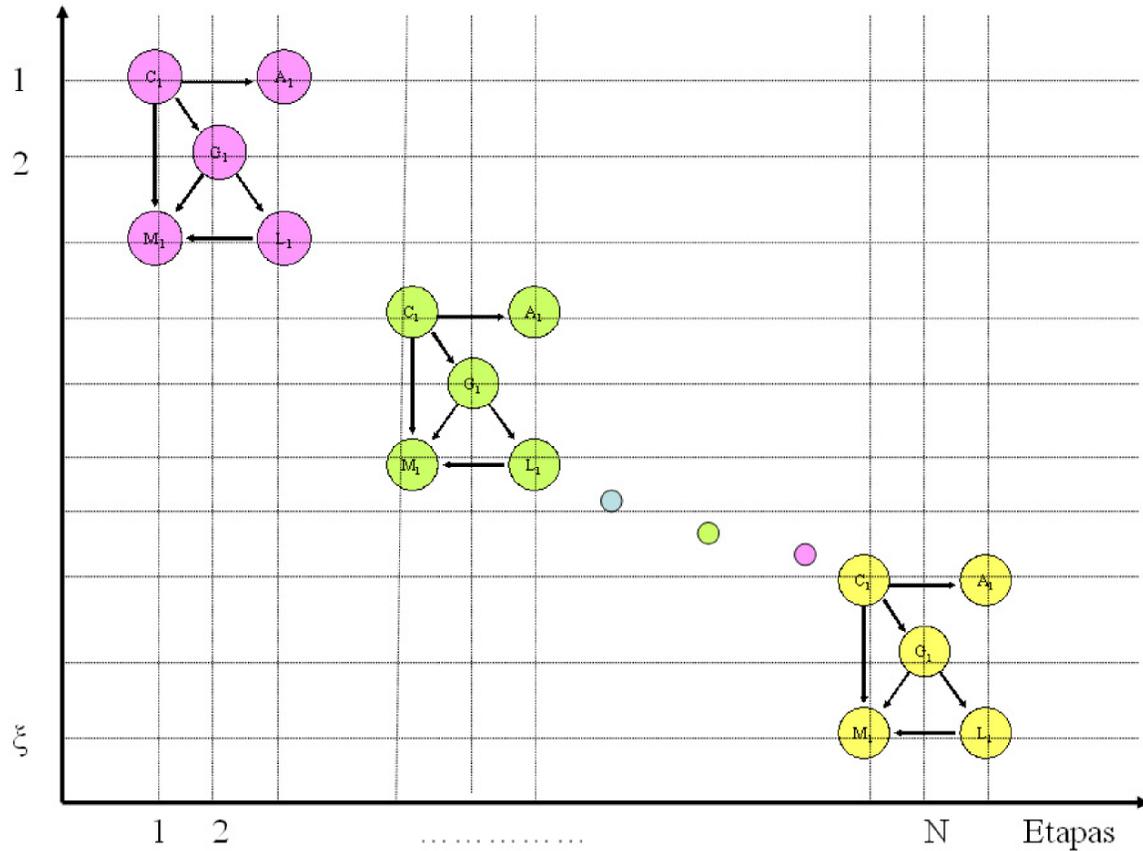


Figura 2: Diagrama de transición de estados

	$C_1$	$G_1$	$L_1$	$A_1$	$M_1$	$C_2$	$G_2$	$L_2$	$A_2$	$M_2$	...	$C_7$	$G_7$	$L_7$	$A_7$	$M_7$	$C_8$	$G_8$	$L_8$	$A_8$	$M_8$	
$C_1$	0	0.9	0	0.02	0.08	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$G_1$	0	0	0.92	0	0.08	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_1$	0.12	0	0	0	0.08	0.8	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_2$	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.02	0.08	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$G_2$	0	0	0	0	0	0	0	0.92	0	0.08	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_2$	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_2$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M_2$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
...											...											
$C_7$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0.9	0	0.02	0.08	0	0	0	0	0	0
$G_7$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0.92	0	0.08	0	0	0	0	0	0
$L_7$	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0.08	0.7	0	0	0	0	0
$A_7$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M_7$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_8$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.02	0.08	0
$G_8$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0.92	0	0.08	0.08
$L_8$	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08
$A_8$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M_8$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matriz 1: Matriz de transición para los 40 estados del proceso

La metodología que se desarrolló en este trabajo, está conformada por las siguientes actividades:

- 1) Determinación de las políticas óptimas en la administración de la piara mediante la aplicación del proceso markoviano de decisión.
- 2) Desarrollo del diseño central compuesto de precisión uniforme utilizando los factores: el número de camadas permitidas por animal y el valor de la tasa de interés a considerar.
- 3) Análisis de las características de la superficie de respuesta generada

#### **IV. Resultados**

##### **A. Determinación de las políticas óptimas en la administración de la piara mediante la aplicación del proceso markoviano de decisión**

Al desarrollar el proceso markoviano de decisión se utilizó el enfoque de valorar las políticas resultantes del proceso tomando en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, esto consiste en medir el desempeño de las políticas mediante el costo descontado total esperado. Para esto es necesario un factor de descuento “ $\alpha$ ”, donde dicho factor se encuentra en el siguiente intervalo:  $0 < \alpha < 1$ .

Este factor de descuento  $\alpha$  se puede interpretar con la ecuación 2:

$$\alpha = \frac{1}{(1 + i)} \quad (2)$$

donde “ $i$ ” es la tasa de interés actual por periodo, la cual en este caso se consideró como la tasa de interés interbancario vigente en el país más un pequeño porcentaje de seguridad, por lo que se fijó en 10%. Según la ecuación 2 el factor “ $\alpha$ ” es el valor presente neto de una unidad de costo considerando un periodo en el futuro. En forma

similar “ $\alpha^m$ ” es el valor presente neto de una unidad de costo dentro de “ $m$ ” periodos en el futuro, Ross (2005). Así que el resultado de la función objetivo del modelo del proceso markoviano de decisión utilizado en este trabajo, es el cálculo del valor presente neto de la utilidad que genera seguir la política resultante del proceso.

Para la formulación del proceso markoviano en base a la programación lineal, es necesario definir el valor de las constantes “ $\beta_j$ ”, para  $j=0,1,\dots,M$ , las cuales deben satisfacer las condiciones de la ecuación 3:

$$\sum_{j=0}^M \beta_j = 1, \beta_j > 0 \text{ para } j=0,1,\dots,M \quad (3)$$

Cabe mencionar que estas “ $\beta_j$ ”, se pueden definir de manera arbitraria sin afectar la política óptima resultante del proceso, más en el desarrollo del modelo se tomo como  $\beta_j = 0.025$ , puesto que este valor representa también la probabilidad de iniciar el proceso en el estado “ $i$ ”. así que con este valor se le da la misma probabilidad de inicio a los 40 estados del proceso. La política óptima que busca una mayor utilidad económica al granjero se propone el siguiente modelo de programación lineal presentado en la ecuación 4, cabe mencionar que para encontrar la solución del modelo 4 se utilizó el software Lingo.

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{i=0}^M \sum_{k=1}^K C_{ik} y_{ik} \quad (4)$$

sujeta a las restricciones

1.  $\sum_{k=1}^K y_{ik} - \alpha \sum_{i=0}^M \sum_{k=1}^K y_{ik} P_{ij}(k) = \beta_j$ , para  $j=0, 1, \dots, M$
2.  $y_{ik} \geq 0$ , para  $i = 0, 1, \dots, M; k = 1, 2, \dots, K$

En la tabla 1 se presenta la política optima reportada del modelo 4 referente al proceso markoviano de decisión.

Tabla I. Valores  $y_{ik}$  el modelo con una  $i=10\%$  y una  $\alpha = 0.90$

Estado $i$	Mantener	Reemplazar	Estado $i$	Mantener	Reemplazar
$C_1$	1.3834	0	$C_5$	0.1866	0
$G_1$	1.1455	0	$G_5$	0.1762	0
$L_1$	0.9735	0	$L_5$	0.1709	0
$A_1$	0.0499	0	$A_5$	0.0283	0
$M_1$	0.2771	0	$M_5$	0.0634	0
$C_2$	0.7259	0	$C_6$	0.1403	0
$G_2$	0.6130	0	$G_6$	0.1386	0
$L_2$	0.5325	0	$L_6$	0.1398	0
$A_2$	0.0380	0	$A_6$	0.0275	0
$M_2$	0.1597	0	$M_6$	0.0551	0
$C_3$	0.4324	0	$C_7$	0.1193	0
$G_3$	0.3752	0	$G_7$	0.1217	0
$L_3$	0.3357	0	$L_7$	0.1257	0
$A_3$	0.0327	0	$A_7$	0.0271	0
$M_3$	0.1073	0	$M_7$	0.0514	0
$C_4$	0.2667	0	$C_8$	0.1042	0
$G_4$	0.2410	0	$G_8$	0.1094	0
$L_4$	0.2245	0	$L_8$	0.1156	0
$A_4$	0.0298	0	$A_8$	0.0268	0
$M_4$	0.0777	0	$M_8$	0.0487	0

Fuente: Cálculos propios del problema

De la tabla 1 se puede comentar lo siguiente, se observa que lo más conveniente para el productor es seguir el ciclo natural de vida del cerdo puesto que en la política óptima resultante se recomienda que se mantengan las cerdas en la piara y reducir los reemplazos al mínimo, puesto que cada cambio de animal merma considerablemente las utilidades del negocio. Si el productor sigue esta política óptima la utilidad esperada por animal considerando los 8 ciclos productivos y una tasa de interés del 10% se espera que sea de alrededor de \$731.11 por animal.

**B. Desarrollo del diseño central compuesto de precisión uniforme utilizando los factores: el número de camadas permitidas por animal y el valor de la tasa de interés a considerar.**

La utilidad económica reportada en la sección anterior es un indicador muy importante del desarrollo del negocio de la piara, cabe mencionar que en realidad es muy complicado que la tasa de interés “ $i$ ” se considere como una constante del proceso en todo momento, puesto que esta tasa toma su valor de la tasa de interés intercambiario vigente en el país, la cual como sabemos tiene un comportamiento aleatorio a lo largo

del año, es por ello que la propuesta fundamental de este trabajo, radica en desarrollar una superficie de respuesta tomando como variable dependiente a la utilidad económica de la piara y como variables independientes al número de camadas o **ciclos productivos** permitidos por animal, que puede ser de 1 a 8 camadas, y precisamente al valor de la **tasa de interés**, la cual afectara en el cálculo del factor alfa que determina el valor presente neto de la utilidad económica. La idea clave en esta parte del trabajo es que en base a las curvas de nivel de la superficie de respuesta y dada como una constante en un tiempo en particular la tasa de interés, es posible tomar la decisión de definir cuantos ciclos productivos se permitirán por animal a fin de tener la mayor utilidad posible, una vez que se comprenda la influencia que tiene el número de ciclos en la utilidad económica.

El diseño central compuesto utilizado es rotable y girable, ya que en las observaciones de los puntos axiales se considera un valor de  $(2^2)^{(1/4)} = 4^{(1/4)} = 1.4142$  en la codificación de los datos, esta propiedad hace que la varianza de la respuesta predicha “y” en algún punto “x” es función sólo de la distancia al punto desde el centro del diseño y no es una función de la dirección. Además dejará sin cambio la varianza de “y” cuando el diseño se haga rotar o girar alrededor del centro (0,0). La rotabilidad es una propiedad importante en un diseño de superficie de respuesta, pues tiene sentido usar un diseño que proporcione estimaciones igualmente precisas en todas direcciones, Kuehl (2001).

Otro aspecto es que el diseño utilizado es de precisión uniforme, la cual lo confiere el utilizar 5 observaciones en el punto central, puesto que la varianza de “y” en el origen es igual a la varianza de “y” a una distancia unitaria del origen. Los diseños de precisión uniforme permiten mayor protección contra el sesgo de los coeficientes de regresión producido por la presencia de términos de tercer orden o mayor, en la superficie real.

Para construir la superficie de respuesta se considera para el factor ciclos productivos un intervalo de 2 a 6 ciclos productivos y para la tasa de interés un intervalo de 5% al 15%, además es necesario aumentar los datos con suficientes puntos para ajustar el

modelo cuadrático, para esto se consideran 5 observaciones centrales y 4 observaciones axiales en  $(x_1 = 0, x_2 = \pm 1.4142)$  y en  $(x_1 = \pm 1.4142, x_2 = 0)$  aunadas a las 4 observaciones del diseño factorial  $2^2$  dando un total de 13 observaciones, las cuales en comparación con otros tipos de diseños muestra una evidente economía de corridas.

Para realizar lo anterior se utilizó la tabla II, donde se encuentran las dos variables naturales y su codificación, el factor de descuento inherente al segundo factor y el valor de la función objetivo del modelo 4. Cabe mencionar que las variables se codificaron con la ecuación 5:

$$x_i = \frac{A_i - \bar{A}}{D} \quad (5)$$

Donde  $x_i$  es el valor de la variable codificada,  $A_i$  es el valor de la variable natural a codificar,  $A$  es el promedio del intervalo definido de la variable y  $D$  es el rango medio de la variable.

Tabla II. Tabla auxiliar para el diseño central compuesto

V. Naturales		Fac. de descuento	V. Codificadas		Función objetivo
$\xi_1$	$\xi_2$	$\alpha$	$x_1$	$x_2$	$Z^*$
2	0.05	0.952381	-1	-1	1031.790
2	0.15	0.869565	1	1	352.1220
6	0.05	0.952381	1	-1	1051.926
6	0.15	0.869565	1	1	357.0965
1	0.1	0.909091	-1.4142	0	480.7691
7	0.1	0.909091	1.4142	0	529.1142
4	0.029289	0.971544	0	-1.4142	1800.768
4	0.170710	0.854182	0	1.4142	318.2533
4	0.1	0.909001	0	0	534.1029
4	0.1	0.909001	0	0	534.1029
4	0.1	0.909001	0	0	534.1029
4	0.1	0.909001	0	0	534.1029
4	0.1	0.909001	0	0	534.1029

Fuente: Cálculos propios del problema

Se aplicó una regresión lineal de segundo, a los datos de la tercera y cuarta columna de la tabla II, este modelo cuadrático se presenta en la ecuación 6 y se eligió a fin de reducir la varianza en la respuesta del diseño:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \beta_{12}x_1x_2 + \epsilon \quad (6)$$

Mediante la aplicación del software JMP in 4 de la empresa SAS, se determinaron los coeficientes del modelo cuadrático representativo del comportamiento de la utilidad económica de la piara, esta superficie de respuesta es la siguiente:

$$y = 534.1029 + 11.6851x_1 - 433.8862x_2 - 3.79037x_1x_2 - 35.57876x_1^2 + 241.70574x_2^2$$

### C. Análisis de las características de la superficie de respuesta generada

Para analizar la viabilidad del modelo de segundo orden, se desarrolló un estudio ANOVA, en donde se encontró que la superficie de respuesta encontrada mediante el modelo cuadrático tiene un valor del estadístico  $F_o = 34.25$  el cual sobrepasa al valor teórico de  $F=2.92$ , tal como se muestra en la tabla III, por lo que este modelo es significativo para los datos del diseño central compuesto de la tabla II, además se encontró que el modelo 6, tiene un coeficiente de correlación de 96.07%, el cual tiene una valor excelente, por lo que solo menos del 4% de la variabilidad del proceso no es explicado por la superficie de respuesta encontrada

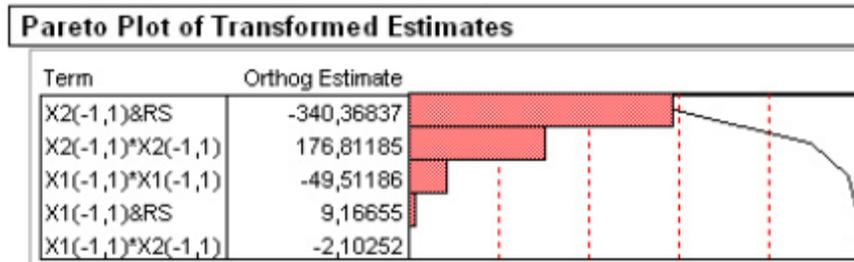
Tabla III: ANOVA del diseño central compuesto de precisión uniforme

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	$F_o$
Modelo	1,945,488.0	5	389,098	34.2511
Error	79,521.0	7	11,360	
Total	2025009.01	12		

Fuente: Cálculos propios del problema

También se aplicó un análisis de Pareto a los coeficientes de la superficie de respuesta, del cual se encontró que el factor que más afecta a la utilidad económica de la piara es la tasa de interés, seguido por el coeficiente del término de la tasa de interés elevado al cuadrado, tal como se aprecia en la tabla IV.

Tabla IV: Análisis de Pareto de los términos de la superficie de respuesta



Fuente: Cálculos propios del problema

En la figura 3 se presenta evidencia sobre la interacción de los factores de la superficie de respuesta, de hecho es el contorno de la curva, como puede observarse la utilidad de la piara es más sensible en las variaciones del factor  $x_2$  referente a la tasa de interés. Note que la superficie de respuesta tiene un punto silla, Zill (1995), en las coordenadas  $(x_1, x_2) = (0.1163558, 0.8984629)$ , además en el plano " $x_1 - y$ " la utilidad tiene un máximo por ser cóncava con un valor de  $x_1 = 0.1163$  el cual equivale a un valor de 4 ciclos productivos, mientras que en el plano " $x_2 - y$ " la utilidad crece exponencialmente cuando la tasa de interés es menor a la encontrada en el punto silla equivale a 14.49 %.

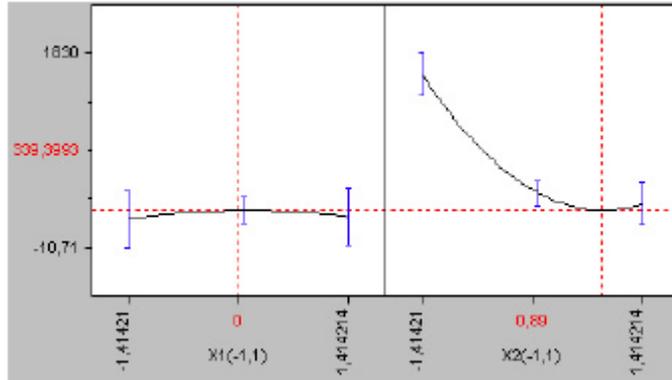


Figura 3: Contorno de la superficie de respuesta en el plano  $(x_1 - y)$  y  $(x_2 - y)$

En la figura 4 se muestran las curvas de nivel de la superficie de respuesta encontrada, note que la base de la superficie es un punto silla, en el cual se puede distinguir perfectamente la figura de una hipérbola, observe que el valor de la utilidad es extremadamente sensible al factor  $x_2$  puesto que pequeños cambios en este factor contribuye a grandes variaciones de la utilidad. Es en las figuras 3 y 4 donde el productor puede incidir en su rentabilidad, de la siguiente manera, considere que un productor derivado de su situación financiera, maneja sus compromisos mediante una tasa de interés  $x$ , al localizar esta tasa en la curva del plano " $x_2-y$ " de la figura 3, nos genera una grafica como la del plano " $x_1-y$ " y es en este punto donde se puede determinar cuál es el número de ciclos que brinda mejores resultados económicos al negocio.

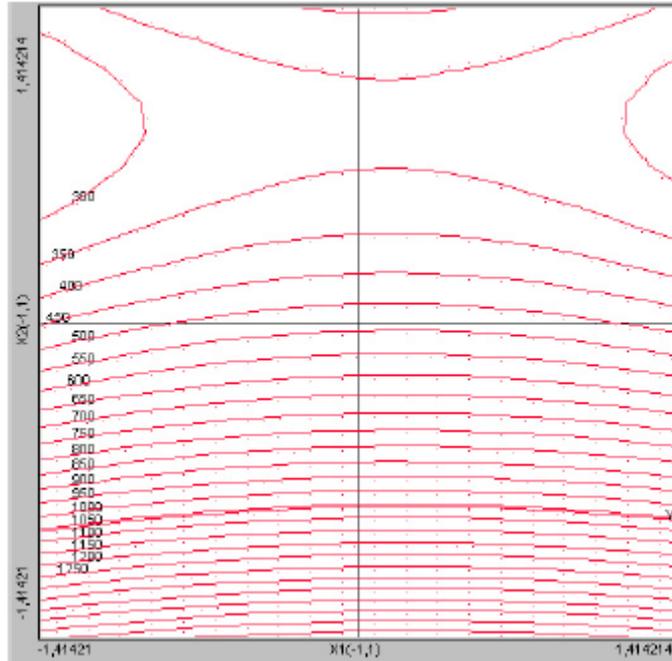


Figura 4: Curvas de nivel de la superficie de respuesta

## V. Conclusión

En la aplicación del modelo 4, del proceso markoviano de decisión da como resultado una política óptima que indica que, es más conveniente a los intereses económicos del productor el seguir en la mayor medida posible el ciclo natural de reproducción de las cerdas, ya que cualquier remplazo innecesario realizado tiene como resultado una reducción considerable en su utilidad económica, lo cual se confirma por los costos reducidos del modelo. También cabe destacar que conforme aumente el número de ciclos productivos en su piara esta utilidad tiene una tendencia a la baja. En cuanto a la superficie de respuesta, se confirma que el factor que provee la mayor variabilidad a la utilidad de la piara es la tasa de interés, lo cual se confirma por la gráfica de Pareto reportada por el programa JMP in 4 de la tabla IV. Además utilizando el perfil del contorno de la superficie de respuesta al igual que las curvas de nivel de las figuras 3 y 4, se observa que la utilidad tiene un comportamiento cóncavo en el plano de la variable números de ciclos productivos, y en algunos casos se tiene la máxima utilidad cuando se considera de 3 a 4 ciclos productivos por animal.

## **Referencias**

- [1] Bellman, R. E. (1957) "Dynamic Programming", Princeton: Princeton University Press.
- [2] Gallardo, J. N. (2005), "Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2005", SAGARPA.
- [3] Gallardo, J. N. (2006), "Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2006", SAGARPA.
- [4] Giaever, H. B. (1966) "Optimal dairy cow replacement policies. Ph. D. dissertation", Ann Arbor, Michigan: University Microfilms.
- [5] Jorgensen Erik (1992) "Sow replacement: Reduction of state space in Dynamic programming model and evaluation of benefit from using the model", Documento no publicado.
- [6] Kristensen, A. R. (1989) "Optimal replacement and ranking of dairy cows under milk quotas", *Acta Agriculturæ Scandinavica* 39, 311-318.
- [7] Kuehl, Robert O. (2001), "Diseño de experimentos", Thomson Learning.
- [8] Pérez, Lechuga G. Alvarez M. (2007), "Perturbation analysis for the stationary distribution of a markov chain", artículo aceptado en el WSEAS Transactions on systems.
- [9] Pinelli S. A. (2004) "Manual de Buenas Prácticas de producción en Granjas porcinas", SENASICA.
- [10] Plá, L.M., & Pomar C. (2004), "A sow herd decision support system based on an embedded Markov model", *Computers and electronics in agriculture*, Elsevier, 45, 51-69.
- [11] Ross. S. A (2005) "Fundamentals of Corporate Finance", Mc-Graw Hill, quinta edición.
- [12] Rivera H. G., Garnica J. G (2007) "Determinación de la utilidad económica del ciclo productivo de una piara mediante la aplicación de una red de Petri estocástica", XI Congreso internacional ACACIA, Tlaquepaque Jalisco, México.
- [13] Zill, Dennis G. (1995), "Cálculo con geometría analítica", Grupo Editorial iberoamerica.

# **XII Congreso Internacional de la Academia de Ciencias Administrativas, A.C. (ACACIA)**

La Competitividad como Factor de Excelencia en la Administración de Investigación y Desarrollo

**EL MODELO EDUCATIVO DE LA UAEH COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD, UNA PERSPECTIVA DE SUS DIMENSIONES A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE SISTEMAS.**

**Tema: Ingeniería y gestión de sistemas**

## **Autores:**

M. en I. Heriberto Niccolas Morales\*, M. en C. Raúl García Rubio\*\* y M. en I. Jaime Garnica González\*

\*Área Académica de Ingeniería, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, C.P. 42070. Teléfono y fax: (01 771) 7172000, Ext.: 6733, Pachuca, Hidalgo, México.

Correo electrónico: hnicolas@uaeh.edu.mx, jgarnica@uaeh.edu.mx.

\*\*Dirección General de Planeación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Abasolo #600. Col. Centro, C.P. 42000. Teléfono: (01 771) 7172000, Ext.: 1652. Pachuca, Hidalgo, México. Correo electrónico: raulgr@uaeh.edu.mx.

**Tijuana, Baja California. México  
13-16 de mayo de 2008**

# El modelo educativo de la UAEH como factor de competitividad, una perspectiva de sus dimensiones a través del enfoque de sistemas

## **Resumen**

En el presente trabajo se analiza el modelo educativo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) bajo el enfoque de sistemas con la finalidad de obtener una perspectiva de las dimensiones que lo integran y su contribución al logro de la competitividad de la institución en el horizonte de planeación al 2025. El modelo educativo se concibe como un paradigma a alcanzar y como una guía para articular los procesos sustantivos y adjetivos de la institución, que ayude a fortalecer los procesos de planeación del desarrollo institucional y retroalimente el desarrollo de políticas y estrategias. Las seis dimensiones del modelo: Filosófica, Pedagógica, Sociológica, Jurídica, Política y Operativa, indican la dirección de las acciones institucionales y abarcan las características distintivas del conjunto, como un todo integrado. El modelo permite una mejor comprensión y conducción de la Universidad, al integrar en un todo coherente los principios y las formas con las normas y procesos, en un ambiente de libertad, calidad y compromiso social.

***Palabras clave:*** Modelo Educativo, Competitividad, Planeación, Enfoque de sistemas.

***Categoría:*** Académicos

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las tendencias de cambio que afectan a las universidades contemporáneas son: el nuevo papel estratégico del conocimiento; el desarrollo y aplicación global de la informática y telemática; el surgimiento de nuevos campos cognoscitivos y tecnológicos; la crisis y reconstrucción continua del mundo de las profesiones; las nuevas formas de articulación técnica y laboral de las profesiones con el mundo del trabajo y de los servicios, el desarrollo de nuevas formas de generación de conocimientos científico-técnicos; y la oficialización internacional de determinados consensos humanistas.

Para hacer frente a los retos de las nuevas configuraciones del país y el mundo la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo realiza un ejercicio de planeación que permite definir y actualizar una visión estratégica de su futuro institucional, asegurar la calidad de sus servicios, rendir cuentas de su actuación y operar con efectividad los procesos de gestión. El proyecto educativo de la UAEH, durante los últimos años, se ha orientado a la transformación y consolidación institucional. Para ello se mantiene invariable en el cumplimiento de la política de calidad plasmada en el Sistema Institucional de Calidad, con la obligación de ofrecer un servicio eficiente y eficaz, con apego a su normatividad, con una actuación honesta y responsable.

El objetivo de este trabajo es analizar el modelo educativo de la UAEH utilizando el enfoque de sistemas para obtener una perspectiva integral de las dimensiones que lo componen y comprender la manera en que impacta su instrumentación en la mejora de la competitividad de la UAEH. La utilidad que tiene este análisis es aportar al proceso de evaluación del modelo educativo elementos de apoyo para el diagnóstico y comprensión que sirvan de referente al equipo de trabajo que tiene a su cargo esta acción evaluativa, así como al Consejo de Gobierno de la UAEH que realiza la toma de decisiones a nivel estratégico en torno al proceso de instrumentación del modelo.

Cabe mencionar que el modelo esta en la fase inicial de instrumentación, por lo que los resultados obtenidos hasta el momento no son suficientes para dar conclusiones definitivas pero si para valorar la efectividad de las estrategias empleadas en la instrumentación y en la mejora de la competitividad de la institución.

La metodología general usada en este trabajo esta basada en: a) Análisis de las dimensiones que integran al modelo educativo utilizando enfoque de sistemas para establecer como se articulan e interactúan para mejorar los indicadores de desempeño académico; y b) Utilización de la Teoría General de Sistemas y de modelos conceptuales para explorar el potencial del modelo educativo como factor de competitividad de la UAEH.

## **2.- COMPETITIVIDAD Y ENFOQUE DE SISTEMAS**

De acuerdo con Porter, la competitividad es el conjunto de ventajas como calidad, atención al cliente, investigación, precio, entre otras que permite a una organización diferenciarse de otras. La competitividad de una organización es el resultado sistémico de todo aquello que la misma realiza en su conjunto a través de actividades para brindar productos y servicios al consumidor, que se traduce en una imagen de “valor” asociada a un producto o servicio que el consumidor forma en su mente y que hace que prefiera sus productos y servicios frente a los de la competencia, y que los compre convirtiéndose o manteniéndose como cliente.

La competitividad radica en la capacidad de una organización para enfrentarse a los cambios. Las universidades públicas están sometidas a cambios cada vez más rápidos y profundos. En este entorno turbulento, rigen las reglas de la selección natural: sólo las más ágiles se adaptan y sobreviven.

El enfoque de sistemas se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su entendimiento, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera inconexa. A partir del enfoque de sistemas se percibe que son muchos los factores internos y externos que influyen en el éxito o fracaso de las organizaciones (económicos, financieros, tecnológicos, políticos y sociológicos). Estos factores se entrelazan en complejas relaciones causa-efecto que pueden resultar difíciles de identificar y controlar.

Para lograr competitividad se requiere generar una dinámica de aprendizaje, innovación y mejora continua, ya que la misma exige nuevas formas de hacer las cosas, y esto a su vez requiere de nuevos conocimientos y habilidades y para obtener lo anterior se necesitan nuevas formas de pensar y relacionarse, de interactuar y comunicarse. De esta forma la competitividad de una universidad implica conocimiento, manejo de información, tecnología, gestión del talento, creatividad e innovación, se traduce en elevar la calidad educativa de la institución y se debe sustentar en: evaluación, pertinencia y calidad, enmarcados en el quehacer de las funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión y vinculación, sujetas a un proceso continuo e integral de evaluación.

En la UAEH se considera al recurso humano como un pilar de la ventaja competitiva, así como a la manera en que son organizados, teniendo como premisa que más importante que la calidad de las cosas que hace la gente es la calidad de la gente que hace las cosas. La calidad, es vista como mejoramiento sistemático y constante y como superioridad frente a un ente similar. Para lograrla se deben estimular, facilitar y controlar los cambios al interior de la organización, así como las actitudes en todos los actores involucrados, para desarrollar un proceso continuo de mejoramiento. Precisamente un mecanismo efectivo para lograr sensibilizar a los actores que están inmersos en los procesos educativos y facilitar la innovación educativa es la evaluación.

Para mejorar la competitividad en una organización se deben tener presentes los siguientes aspectos:

*Liderazgo:* El éxito de una organización depende de la coordinación y compromiso de las personas. La calidad es una actitud cuyo principio y final está en las personas. La calidad no puede mejorar si las personas que forman parte de la organización no están convencidas e inspiradas por el ejemplo. El liderazgo de la alta Dirección es una condición necesaria (pero no suficiente) para generar compromiso de las personas.

*Gestión por Procesos y Resultados:* El análisis y la definición de los procesos de una organización permiten comprender su funcionamiento y optimizar sus resultados. Una adecuada gestión de los procesos permite mejorar los resultados minimizando el consumo de recursos. Los procesos determinan el rendimiento de la organización. Una

organización será tan eficiente (o ineficiente) como lo sean sus procesos. La mejora requiere un enfoque sistemático que permita identificar las causas de los problemas y establecer medidas sobre las causas de dichos problemas para evitarlos de raíz. La toma de decisiones debe estar basada en hechos objetivos.

*Orientación hacia los Resultados:* La organización excelente consigue satisfacer simultáneamente a todas las partes implicadas (clientes, personal, directivos, proveedores, gobierno y sociedad en general). Las mejoras son fruto de la reflexión estratégica y el despliegue coherente y planificado de las estrategias de desarrollo.

*Orientación al Cliente:* Una organización debe enfocarse a sus clientes. Si la satisfacción de los clientes no es el objetivo principal de una organización, su supervivencia está comprometida.

*Desarrollo e Implicación de las Personas:* La información de gestión debe ser comunicada a todo el personal de forma que éste se implique en los resultados. La información es útil para la organización sólo cuando fluye y se comparte. Una organización competitiva ofrece a las personas que la integran posibilidades de desarrollarse profesional y personalmente. Si la satisfacción del personal no se evalúa ni se considera un elemento clave de la gestión, difícilmente se podrá mejorar la calidad. Se debe hacer una evaluación del valor que aporta cada persona a la organización.

*Aprendizaje, Innovación y Mejora Continuos:* Una organización debe mejorar continuamente reforzando sus puntos fuertes y eliminando sus puntos débiles. La competitividad exige nuevas formas de hacer (nuevos procesos, productos, servicios, tecnologías...), nuevos conocimientos y habilidades, y nuevas formas de pensar y relacionarse.

*Desarrollo de Alianzas:* Ninguna organización vive aislada de su entorno. Las interrelaciones con los proveedores y clientes pueden ser origen de problemas o de oportunidades. Una gestión inteligente permite convertir las amenazas en oportunidades identificando intereses comunes y estableciendo estrategias y procesos que beneficien simultáneamente a ambas partes.

*Responsabilidad Social:* Una empresa u organización como sistema abierto, no puede actuar en contra de la sociedad. Las organizaciones deben reconocer su responsabilidad social y establecer criterios de eficiencia que permitan evaluar y gestionar el impacto en su entorno en términos económicos y sociales. Esta dimensión ética asegura respaldo y reconocimiento de la sociedad en general, lo cual se convierte en un factor de competitividad.

El concepto de competitividad educativa que se asume en este trabajo se designa como la capacidad de una institución para llevar a cabo sus fines, asegurando la máxima congruencia con los resultados y la atención a criterios de equidad, cobertura, pertinencia y calidad. La competitividad, en materia educativa, es suma de virtudes que se manifiestan cuando son comparadas con los patrones a que se aspira. Ser competitivo no es sinónimo de movimiento continuo, de vencer retos sin reposo, sino de control racional de impulsos y energías. Así entendida, la competitividad se liga con la productividad: no se puede ser competitivo a toda costa, sobre todo sin un marco de valores, que es donde la competencia se relaciona con los derechos propios y de los demás.

La educación ha de ser competitiva, es decir propiciatoria del bien común, afín a lo justo y a lo bueno, antecedente de armonía social y trascendencia personal. Es en la competitividad, reto contra sí mismo, donde se cultivan las grandes inteligencias y talentos. En este sentido, la escuela debe ser el ámbito propio de la competencia.

### **3.- EL MODELO EDUCATIVO DE LA UAEH.**

El modelo educativo de la UAEH ha tenido que evolucionar derivado de las exigencias del entorno y esa evolución la orienta a impulsar procesos que promuevan y fortalezcan capacidades para desarrollar entre otros aspectos: educación virtual y a distancia (en combinación con modelos de educación presencial), incorporar las nuevas tecnologías que permiten este tipo de modelos, adaptar los contenidos educativos y diseño de los cursos para hacerlos más pertinentes y adecuados a estas modalidades, formar a los alumnos en competencias, impulsar el nuevo rol del estudiante y del profesor, realizar ajustes en los programas para orientarlos de la impartición de conocimientos al

desarrollo de las competencias necesarias, actualización continua de los conocimientos, ya que es necesario que la gente sea capaz de actualizar sus saberes a lo largo de toda su vida.

En este marco la UAEH participa en el desarrollo sustentable, entendiendo esto como la contribución a la mejora de calidad de vida de la sociedad en materia de salud, capacidad productiva, generación de riqueza y protección al medio ambiente, teniendo como eje la educación de calidad, mediante el equilibrio dinámico entre factores económicos, ecológicos, sociales y culturales.

Para continuar haciendo contribuciones más efectivas al desarrollo económico y social la UAEH replantea su modelo educativo y articula la docencia, la investigación, la extensión y la vinculación en el proceso formativo de sus estudiantes involucrándolos en estudios de casos problemáticos, proyectos de investigación y servicios que beneficien a la sociedad.

Una de las aportaciones más importantes generada en el marco de la planeación participativa que realiza la UAEH fue la revisión y actualización del Modelo Educativo, que se asume como la “presencia y la esencia del saber institucional”, que proyecta a la institución en los ámbitos nacional e internacional, con calidad certificada que ofrece respuesta a las demandas y necesidades sociales en el campo de la educación superior.

El Modelo Educativo, además de ser una norma, es la representación de una realidad deseada por la UAEH, ya que en él confluyen: sus orígenes y cultura, su ideario, su concepción de la educación y la forma como realiza los procesos para llevarla a cabo; el modo y los medios para realizarla; el conjunto de sus normas y el sentido y la forma que adopta para conducir las relaciones con su comunidad y el entorno; coadyuvando a cumplir la Misión y los principios y condiciones en los que basa su Visión. El Modelo Educativo aporta una guía conceptual y práctica para cumplir con las finalidades y funciones sustantivas y adjetivas, los planes y programas académicos y administrativos, los sistemas y las políticas que orientan el gobierno y la conducción de la Institución, los programas de trabajo operativo, los criterios para el uso adecuado de los recursos y, en general, las acciones que en conjunto integran el quehacer de la Universidad.

Bajo el nuevo contexto de aprendizaje el modelo propicia situaciones muy diversas tales como: que el estudiante trabaje solo o en equipo, interactuando con el material que pueda estar disponible, de manera local o a distancia, estudie en colaboración con estudiantes o trabajadores en sitios lejanos, realice estancias fuera del campus, con instructores, supervisores o trabajadores de mayor experiencia, que se puedan tomar cursos simultáneos en diversas instituciones o campus de la misma universidad. Atendiendo a esto el Modelo Educativo se conceptualizó de tal forma que presente las siguientes características:

- 1.- Centrado en el alumno y en consecuencia en el aprendizaje, más que en la enseñanza.
- 2.- Participación del estudiante con enfoque ínter y multidisciplinario.
- 3.- Incidencia permanente y equilibrada de las funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión y difusión de la cultura, así como de la vinculación, en el aprendizaje del alumno, en todas las modalidades y niveles educativos.
- 4.- Formación integral del alumno, inducida y conducida por tutores en lo individual, y en su caso, por cuerpos colectivos, considerando el desarrollo cognoscitivo, afectivo y psicomotor, en el marco del:
  - Conocimiento teórico, práctico, los valores y las actitudes.
  - Conocimiento científico, tecnológico y humanístico.
- 5.- Personal académico como inductor-facilitador del aprendizaje, dejando de fungir como intermediario entre el conocimiento y el alumno.
- 6.- Papel del personal académico como inductor polivalente, abordando los quehaceres de la docencia, la investigación, la extensión y difusión de la cultura y la vinculación.
- 7.- Tránsito flexible y con enfoque polivalente del estudiante en diferentes programas y modalidades educativas, considerando el diseño de trayectorias de los estudiantes acordes a sus preferencias, capacidades y opciones universitarias, así como la demanda del mercado laboral, con el apoyo del programa de tutorías.
- 8.- Fomento de la inserción temprana del alumno al campo laboral.
- 9.- Dominio de tecnologías de información y comunicación.
- 10.- Manejo de lenguajes extranjeros buscando enfoque multicultural.

11.- Incorporación de las tendencias mundiales y avances de la frontera del conocimiento en las distintas funciones institucionales.

12.- Modelo Educativo sometido a perfeccionamiento constante y susceptible de evaluación, a la luz de estándares nacionales e internacionales.

13.- Participación de los alumnos y personal académico en escenarios reales convenidos.

14.- Intercambio intra e interinstitucional con alcance local, regional, nacional e internacional, considerando a los distintos miembros de la comunidad universitaria.

15.- Orientación hacia competencias de alto nivel en campos como:

- Liderazgo.
- Trabajo en equipo.
- Toma de decisiones.
- Resolución de problemas.
- Comunicación y manejo de tecnologías.
- Sensibilidad y solidaridad social.

16.- Orientación del proceso educativo para fomentar en el alumno:

- Su adaptación versátil a nuevos contextos.
- Su desarrollo profesional y personal para incrementar su calidad de vida.
- Su sensibilidad por la educación continua, el ejercicio de la reflexión crítica, su interacción social interna y externa.

17.- Oferta institucional de servicios educativos pertinente, factible, conciliadora entre lo que los alumnos desean, lo que la región, el país y el mundo requieren, y la Institución está en posibilidades de brindar.

18.- Vinculación antecedente y precedente para garantizar continuidad entre niveles educativos.

19.- Maestros y alumnos participantes activos en procesos dinámicos dialécticos, racionales y consistentes de intercomunicación e interdependencia.

20.- Promoción al desarrollo del aprendizaje teórico, desarrollo de habilidades prácticas e intelectuales procedimentales.

21.- Desarrollo de nuevos conocimientos y su aplicación, así como alta calificación del desempeño con sentido social y ética.

22.- Desarrollo de competencias esenciales para:

- Recopilar, sintetizar analizar e interpretar información.

- Planear, organizar y aplicar administración científica a procesos múltiples.
- Utilizar metodológicamente ideas, técnicas y lenguajes
- Comunicación eficiente con su entorno.
- Trabajo en equipo.
- Resolver problemas.
- Usar la tecnología de punta.
- Una comprensión intercultural.

Por la naturaleza de sus características el modelo educativo se considera como un factor de competitividad para la UAEH, ya que sobre el se sustenta gran parte del quehacer institucional y el reflejo de su desempeño.

El modelo es, sobre todo, algo con qué compararse, un paradigma por alcanzar y una guía práctica para orientar el comportamiento de quienes participan en los hechos educativos y administrativos de la institución. El Modelo Educativo conforma un estado de referencia permanente sobre el cual se articulan los procesos sustantivos y adjetivos de la Universidad, que parten de los fines de la educación propuestos en la Constitución, se describen en la *Ley General de Educación* y son planteados, para cumplirse, en la *Ley Orgánica* de la Universidad, sus estatutos, reglamentos y, en general, los ordenamientos que la encauzan y regulan.

#### **4.- PERSPECTIVA DE LAS DIMENSIONES DEL MODELO A TRAVÉS DEL ENFOQUE DE SISTEMAS**

El modelo educativo de la UAEH articula e integra la totalidad de los fines, funciones y procesos universitarios. Para lograr lo anterior, se configura como una estructura múltiple de enfoque sistémico, con sentido unitario y orientación global, que contiene y sostiene el ser y quehacer de la Universidad.

De esta forma el modelo educativo se compone y armoniza mediante lo que se ha denominado “Dimensiones”, como si su fondo y su forma tuvieran una connotación casi geométrica, que indica la dirección de las acciones y abarca las características distintivas del conjunto, como un todo integrado. Para lograrlo se adoptan diversos enfoques, que

contienen las razones de orden filosófico, pedagógico, social, normativo, político y operativo con que se construye el quehacer educativo de la Universidad.

La conformación del modelo en dimensiones se realiza por la necesidad de integrar en una sola base conceptual articulada los objetos del conocimiento que conforman la esencia y quehacer de la Universidad. Una Dimensión es un mapa conceptual que ubica y relaciona los objetos primordiales, las ideas, con las vías para acceder a ellos; las funciones y procesos; los sujetos a quienes se aplican como entes sociales (educandos y educadores) y el conocimiento ligado a los medios para aprehenderlo; las referencias para que sus alcances y características obedezcan a un orden predeterminado y delimitado; y las normas y decisiones para lograrlo, aunadas a los recursos y procedimientos para la práctica y las operaciones.

El Modelo Educativo se ha construido a partir de la unidad articulada de seis Dimensiones. Sus objetos no pueden considerarse de manera aislada, aun cuando, para efectos de su descripción, se desagregan tomando como referencia su fin principal. Las Dimensiones conforman un cuadro general de referencias, con contenidos particulares que le dan a cada una sus características distintivas. El modelo se estructura en seis dimensiones (componentes): la Dimensión Filosófica, la Dimensión Pedagógica, la Dimensión Sociológica, la Dimensión Jurídica, la Dimensión Política y la Dimensión Operativa.

Estas dimensiones pueden articularse, estudiarse y aplicarse como un todo o como entes separados (esto último sólo con fines metodológicos y didácticos, ya que el Modelo es una unidad indisoluble). Para lograr una construcción coherente y bien fundamentada de las Dimensiones, sobre todo por la naturaleza universal del Modelo, se consideró apropiado tomar como referencia las aportaciones de diversas fuentes, internacionales y nacionales. A continuación se describe cada una de las dimensiones del modelo.

*Dimensión Filosófica.*- La Dimensión Filosófica articula el ser de la Universidad. A través de ella se desenvuelven los conceptos sobre los cuales se construye su sustancia, expresada lo mismo en la definición de sus deberes como en el encuadre de los que son universalmente aceptados, a partir de los cuales se enuncian los que caracterizan a los

miembros de la comunidad. El sustento filosófico determina las concepciones profundamente humanísticas de la razón de ser y destino de la educación, más su trascendencia como hecho cultural colectivo y a la vez único, para que cada persona construya su propio cuadro de valores y saberes.

Los valores son un elemento esencial para hacer realidad el modelo educativo. Por ello la UAEH ha considerado en su escala de valores: la responsabilidad, la honestidad, el respeto, el compromiso, la lealtad y la unidad, que son inculcados a través del quehacer institucional y expresan lo más noble de la historia y tradición de la UAEH.

Los valores enunciados implican, a su vez: el trabajo en equipo; la unidad en la diversidad; la cultura democrática; el diálogo y la búsqueda del acuerdo; el respeto a la legalidad universitaria, a la libre expresión, a los derechos como ciudadanos, a la verdad, a la responsabilidad y todo aquello que le da sentido y pertinencia como universidad pública.

Es por eso que la Dimensión Filosófica aborda los temas esenciales del pensamiento axiológico y teleológico de la institución, con el propósito de que en ellos se refleje el compromiso moral de la Universidad para consigo misma y el de sus miembros, dando claridad a los deberes y responsabilidades de su comunidad y conciencia a la voluntad de cambio y práctica de los valores.

Sobre ésta dimensión se construye la propuesta jurídica, se incide en las razones y argumentos sociológicos del quehacer de la institución y en los deberes con la colectividad que esto conlleva. Las operaciones que mantienen el funcionamiento de la Universidad tienen siempre como trasfondo los conceptos que aporta la dimensión Filosófica; así, todo plan, programa o proyecto se deriva de la Misión, tiene frente a sí el cumplimiento de la Visión, y se ordena en cuanto a tiempo y recursos sobre el conjunto de los deberes en equilibrio con las obligaciones. De esta suerte, la preceptiva filosófica se concreta en aspectos prácticos, que pueden seguirse y evaluarse.

A partir del enfoque de sistemas, ésta dimensión se conceptualiza como la que establece el propósito y función del sistema, los fines perseguidos (para qué), enmarcando las bases axiológicas, teleológicas y holísticas del sistema

*Dimensión Pedagógica.*- Esta dimensión reúne en un mismo cuerpo diversos aspectos articulados entre sí, que abarcan desde las referencias de orden filosófico, hasta cuestiones de orden técnico sobre la forma como la institución integra y rige la currícula de los diversos tipos, niveles, modalidades y acepciones que dan origen a sus programas académicos, las particularidades de los alumnos en sus diferentes clasificaciones y el papel de los académicos en los hechos educativos, así como las características de los espacios para educar, reales y virtuales. En la Dimensión Pedagógica se enuncia, como referencia, la adopción de corrientes pedagógicas y psicológicas asociadas a las potencialidades de los fines universitarios. Estos, a su vez, deben expresarse al describir la forma de adquirir el conocimiento, en congruencia con las diversas estructuras del currículum.

La Dimensión Pedagógica postula que en el proceso de educar intervienen y se conjugan diferentes actores: los educandos; la escuela, en las diferentes modalidades, niveles y acepciones que le da la Universidad como entidad funcional, orgánica y jurídica; los integrantes de las familias, como un reconocimiento a su función social, cultural y psicológica; la sociedad, en su condición múltiple, generadora de influencias fuera del control de la institución, como proveedora y receptora de los educandos; los académicos; y otros participantes en las funciones de la Universidad.

La educación trata de formar seres aptos para la vida, durante toda ella, que sean capaces de aprovechar en sí mismos y en los demás los beneficios de su educación, por lo que el núcleo de la dimensión lo constituye el concepto de educación integral. En él se conjugan, como un constructo interrelacionado, las funciones sustantivas, el ámbito de las esferas del conocimiento en sus aspectos cognitivos, afectivos y psicomotores, con los diferentes campos del conocimiento científico, humanístico y tecnológico.

En la confluencia de factores que apoyan la formación integral se determinan tres esferas del conocimiento, integradas cada una por categorías, la que se refiere al

aspecto cognitivo, la que propicia el desarrollo afectivo y la que atiende el desarrollo de capacidades psicomotoras. La integralidad también se refiere a los conocimientos por adquirir, clasificados en los ámbitos científico, humanístico y tecnológico.

Para conformar la metodología de enseñanza y como enfoque general que ordene el trabajo educativo el modelo adopta la corriente constructivista, con la idea de una educación centrada en el aprendizaje y en la persona como objeto y sujeto de los hechos educativos, que permita un aprendizaje significativo que conlleva al propósito de “aprender a aprender”, “aprender haciendo”, “aprender a convivir”, “amar aprender” y “aprender a ser”. De esta forma, en esta dimensión se articulan los perfiles de ingreso y egreso de los alumnos, los perfiles del personal académico, el diseño curricular, la estructura de contenidos, las estrategias de aprendizaje, la infraestructura académica de apoyo y la evaluación del aprendizaje.

Así, en conjunción con la filosofía institucional, la Dimensión Pedagógica aporta las referencias básicas para orientar, diseñar y operar las funciones sustantivas y adjetivas, articular los sistemas y procesos, aportar referencias para la organización y el funcionamiento de la institución e integrar su marco jurídico y de políticas.

Con el enfoque de sistemas, ésta dimensión se visualiza como la que establece los procesos de conversión, define los atributos del sistema, determina las propiedades de los elementos (Cualitativas-Cuantitativas), que sean medibles y perfila la estructura del sistema

*Dimensión Sociológica.-* Se considera como el eje integrador de la comunidad universitaria (alumnos, académicos, autoridades, servidores administrativos, favorecedores, padres de familia, egresados), y la expresión de la voluntad institucional para facilitar la interacción y cooperación, al interior de la Universidad como en sus relaciones con el entorno. Asimismo, postula la socialización del conocimiento como compromiso vital de la institución, estimula el sentido de solidaridad entre la comunidad, y propone que de manera colectiva se alcancen los fines de la Universidad, a favor de ella misma y de la sociedad a la que sirve.

Los alcances de la Dimensión Sociológica se orientan a:

- Fortalecer las organizaciones colegiadas, asegurando la representación de todos los sectores de la comunidad universitaria, en aras de fomentar la participación y fortalecer el compromiso institucional.
- Generar sinergias que posibiliten la cooperación horizontal de las estructuras y componentes organizacionales formales, así como la de las organizaciones informales al interior de la Universidad y que constituyen fuerzas impulsoras.
- Promover la definición y operatividad de estrategias que permitan a la UAEH confirmar su liderazgo estatal.
- Complementar las capacidades de todos los sectores de la comunidad universitaria y reconocer los talentos para valorar y aprovechar la mayor riqueza de la UAEH, que es su gente.

En esta dimensión también se incluyen los aspectos inherentes al desarrollo social y la educación, el desarrollo humano y la trasmisión de la cultura. La Universidad se visualiza así en un espacio que le permite al alumno “entrenarse para la vida en sociedad”, contemplando la atención equilibrada entre el individuo, su personalidad y sus valores como sujeto y la colectividad con sus objetivos comunes.

En términos de sistemas, ésta dimensión establece la relación con el medio ambiente y las interacciones entre los elementos del sistema al interior, genera la sinergia y facilita el aprendizaje organizacional.

*Dimensión Jurídica.*- La Dimensión Jurídica es la fórmula esencial de la institucionalidad. Refleja dos principios rectores de la institución: la justicia y la verdad, que consideran otro principio fundamental: la cultura de respeto a la ley. La Dimensión Jurídica sirve para dar un encuadre a las normas que rigen la vida institucional y, al mismo tiempo, un estado de referencia constante para que los diversos participantes encuentren en la legislación el fondo y la forma para regir su actuación y tomar decisiones con apego a ella. La Dimensión Jurídica sirve para delinear las políticas institucionales y también de soporte y argumento a las decisiones de las autoridades universitarias.

Esta dimensión es, al mismo tiempo, un constructo teórico y un instrumento práctico, ya que abarca tanto la descripción de las finalidades de la Universidad, recogidas en su Ley Orgánica y en el propio Modelo Educativo, como la puntualización de todos sus procedimientos administrativos. Es, asimismo, la base para definir los sistemas institucionales que respaldan las operaciones de la Universidad. Es un estado de referencia que distribuye los derechos, obligaciones, atribuciones, funciones y formas de actuación de los diversos participantes, órganos y personas, en el quehacer de la Universidad.

Como principio rector de la Dimensión Jurídica se establece que toda la normatividad universitaria deberá construirse en torno a los fines educativos y sociales de la Universidad. Con este enfoque habrán de esclarecerse los beneficios que aporta la legislación para contribuir al logro de la Misión y la Visión institucionales, teniendo como referencia necesaria el marco jurídico institucional (ley orgánica, estatutos y reglamentos). La Dimensión Jurídica hace las veces de instrumento recopilador, mediante el cual los enunciados de las otras dimensiones se interpretan y se convierten en normas.

Considerando la Teoría de Sistemas, ésta dimensión establece las reglas de operación del sistema y regula la neguentropía.

*Dimensión Política.*- La Dimensión Política se toma como base para orientar las acciones en la Universidad. Se configura a partir de la capacidad de la institución para dirigirse a sí misma; su facultad para decidir cuáles escenarios quiere alcanzar en lo futuro; la manera como se dirigen las acciones del presente; de qué planes, programas y acciones se vale; la orientación que da a las decisiones que esto conlleva, para que conformen las líneas generales del comportamiento institucional. Todos estos conceptos, cuando se ordenan, clasifican en el tiempo y se apoyan en las condiciones para su ejecución, expresan las determinaciones que dan origen, secuencia y destino a las decisiones institucionales. Es decir, forman el conjunto de políticas de la Universidad, las cuales constituyen, dentro del marco de su legislación, orientaciones necesarias para determinar el actuar de toda la organización académica y administrativa. Son una expresión del gobierno institucional.

El diseño y la instrumentación de las políticas institucionales responde a la condición de hacer del Modelo Educativo un referente necesario con sentido práctico; es decir, que los conceptos de las dimensiones se desagregan en indicaciones claras y precisas, susceptibles de convertirse en actividades integradas a los programas de trabajo de las entidades orgánicas de la Universidad.

La Dimensión Política también se constituye en un marco orientador de las acciones particulares que deben emprenderse en los tiempos y espacios universitarios para llevar a efecto sus finalidades y funciones. En este sentido, representa una forma de expresión normativa y de adaptación a los tiempos y circunstancias en que se desenvuelve la Universidad, asociada a la estructura jurídica formal y a los estilos de liderazgo de quien la conduce.

A partir del enfoque de sistemas se considera a ésta dimensión como aquella que involucra a los agentes y autores de decisión que guían al sistema al logro de los objetivos, define objetivos y metas, regula la estabilidad interna del sistema y orienta la equifinalidad.

*Dimensión Operativa.*- Esta dimensión plantea las condiciones institucionales que deben crearse para sintetizar y orientar el esfuerzo de la Universidad, en torno a la transición de la realidad, hacia un estadio de pleno desarrollo. De igual forma orientar el trabajo de todos los sectores de la comunidad institucional para que, con sentido cooperativo y, en consecuencia, un alto compromiso social y solidario, se asuma la delicada responsabilidad de instrumentar el Modelo.

La dimensión Operativa armoniza la totalidad del quehacer universitario, el cual puede ser analizado en tres vertientes. La primera se relaciona con el trabajo de tipo recurrente que permite mantener la operación normal de la Universidad, con tendencia obligada a la mejora continua, pero sin llegar a significar transformaciones trascendentes. La segunda es la inherente a los programas y proyectos específicamente orientados a la innovación y cambio, en aras de transformar las carencias de la operación universitaria en verdaderas áreas de oportunidad, tratando de disminuir las amenazas consideradas como variables

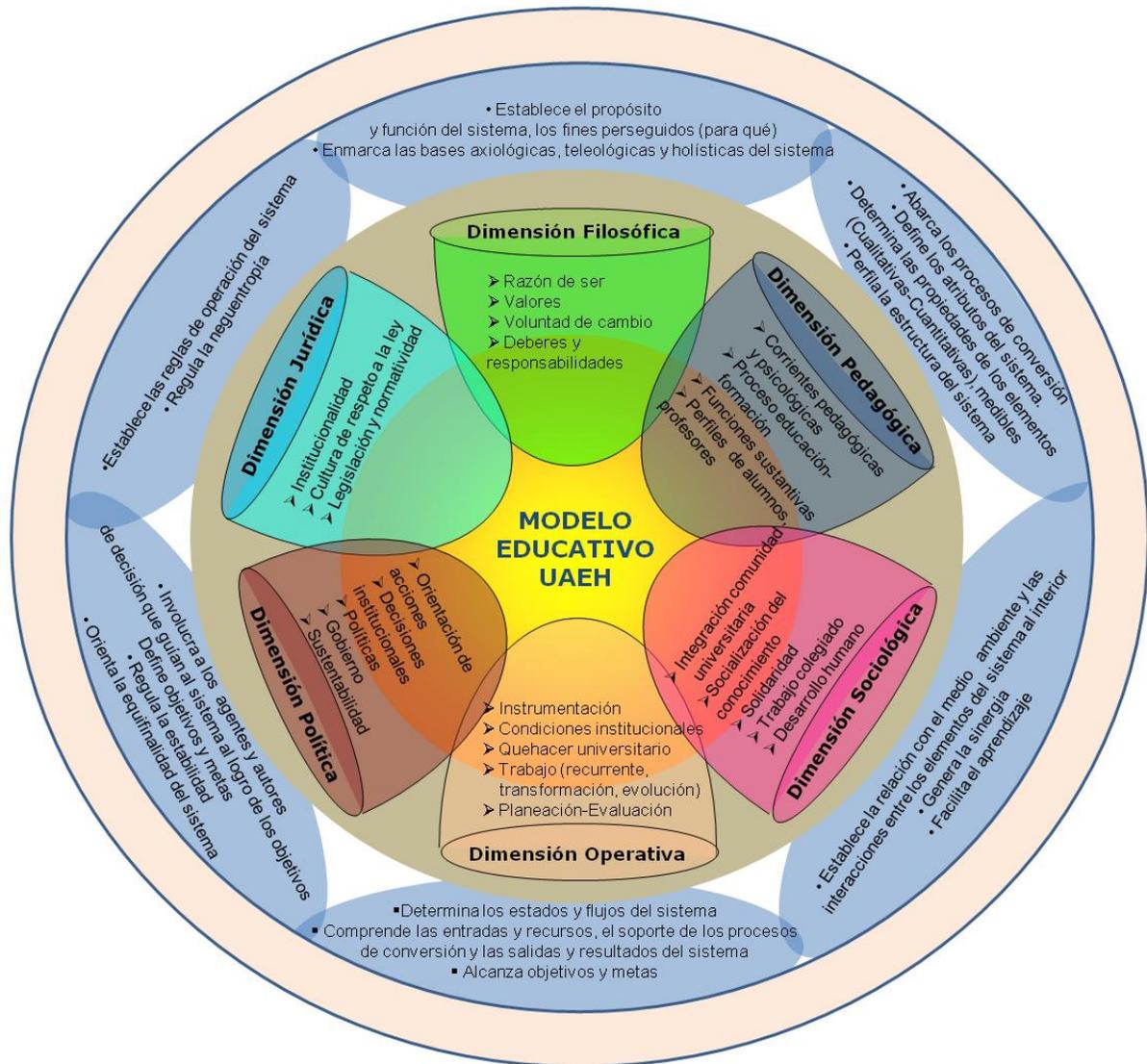
exógenas de incidencia negativa en el desarrollo institucional y cristalizar las oportunidades que brinda el contexto. Y la tercera vertiente, bajo este enfoque, corresponde a la puesta en práctica de los procesos evolutivos derivados de los sistemas institucionales (planeación, evaluación, calidad), cuya orientación es definitiva hacia la instrumentación del Modelo.

Desde la Teoría de Sistemas, se conceptualiza a ésta dimensión como la que determina los estados y flujos del sistema, comprende las entradas y recursos, el soporte de los procesos de conversión y las salidas y resultados del sistema, es la que permite alcanzar los objetivos y metas.

## **5.- LA PLANEACIÓN INSTITUCIONAL Y EL MODELO EDUCATIVO**

La planeación del desarrollo de la Universidad, cuya regulación normativa se expresa en el reglamento del Sistema Institucional de Planeación (SIP), da cabida a las tres vertientes señaladas anteriormente, es decir, brinda el espacio a los programas de tipo recurrente, a los de carácter innovador y a los que requiera el Modelo Educativo en sus diferentes fases y procesos de instrumentación y evaluación permanentes. A manera de síntesis cabe expresar que las estrategias y políticas con las cuales se posibilita la instrumentación de la planeación, señalan la forma o metodología para alcanzar el futuro proyectado y contribuir sobre la marcha a garantizar que la institución tenga la trayectoria y el comportamiento planeado.

El énfasis que da fondo a la totalidad de las dimensiones deviene de la adopción de la teoría de sistemas como sustento del diseño y estructuración del modelo. Por ello se postula la adopción e instrumentación de los sistemas institucionales de planeación, control de gestión y evaluación, y los subsistemas asociados de regulación y control, administración, apoyo y comunicación, aplicados a las funciones sustantivas y adjetivas.



Algunos de los resultados logrados por la UAEH reflejan un aceptable nivel de competitividad, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de capacidad y competitividad académica utilizados por la SES-SEP.

Indicador	Posicionamiento UAEH*
Profesores de Tiempo Completo con Posgrado	95.7% de la planta académica Tercer lugar a nivel nacional
Profesores de Tiempo Completo con Perfil PROMEP	Segundo lugar a nivel nacional
Profesores de Tiempo Completo con grado de Doctor	Cuarto Lugar a nivel nacional
Profesores de Tiempo Completo en el SNI	Quinto lugar a nivel nacional
Cuerpos Académicos Consolidados	Primer lugar nacional
Cuerpos Académicos en Consolidación	Tercer lugar a nivel nacional
Porcentaje de matrícula atendida en programas de buena calidad reconocidos por el Sistema Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior	95%
Porcentaje de programas educativos reconocidos como de buena calidad (Nivel 1 de los CIEES y/o acreditados)	88%

Fuente: Elaboración propia con base a datos de la SES-SEP y del SIIA-UAEH.

\*Se toma como referencia sólo a las Instituciones de Educación Superior (IES) que considera la Subsecretaría de Educación Superior (SES) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en las estadísticas del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI), 2007.

## 6.- CONCLUSIONES

Actualmente, los logros son significativos en cuanto a la capacidad y competitividad académica institucional. En el presente documento se ha dado cuenta de los importantes avances que tiene la UAEH en materia de competitividad, sin embargo el trabajo de una institución de educación superior nunca termina, y aún faltan muchas cosas por hacer.

Considerando los elementos analizados en este trabajo se puede concluir que la satisfacción de los estudiantes, padres de familia y empleadores, la satisfacción del personal académico y administrativo y un impacto positivo en la sociedad se consiguen mediante el liderazgo en política y estrategia, una acertada gestión del personal, el uso eficiente de los recursos y una adecuada definición de los procesos, lo que conduce finalmente a la excelencia de los resultados de la universidad.

El potencial transformador de la planeación del desarrollo institucional es un aspecto clave para gestionar el cambio organizativo que demanda el modelo educativo que impulsa la UAEH, y que sin lugar a dudas habrá de dar lugar a efectos colaterales durante el proceso de instrumentación ligados a los retos del futuro y de los nuevos procesos que se abren paso en la estructura de organización, los recursos humanos y los métodos de trabajo. Del análisis se desprende que todos los esfuerzos se alinean al cumplimiento de la Visión a 2025, que se establece en el Modelo Educativo, lo que

permite aseverar que el modelo es un factor determinante en la mejora constante de la competitividad, a partir de su capacidad de descripción, consistencia lógica, flexibilidad, perspectiva y pertinencia en el marco del desarrollo de la institución, todo lo cual, unido a aquellos beneficios tangibles e intangibles que se obtienen de su adopción e instrumentación, avalan la viabilidad del trabajo de la UAEH en su integralidad.

## Referencias bibliográficas

- ✚ Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. *La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo*. <http://www.anuies.mx>
- ✚ Ackoff Russell, L. (1983) *Planificando la Empresa del Futuro*. Limusa. México.
- ✚ Checkland, Peter. (1993) *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. Grupo Noriega Editores, México.
- ✚ Porter, Michael. (1989) *Ventaja Competitiva*. CECOSA, México.
- ✚ Secretaría de Educación Pública. (2007) *Programa Sectorial de Educación 2007-2012*. SEP. México.
- ✚ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (2004). *Modelo Educativo de la UAEH*. México.
- ✚ Van Gich, John P. (1987) *Teoría General de Sistemas*. Editorial Trillas, México.
- ✚ Wilson, Brian. (1993) *Sistemas: conceptos, metodología y aplicaciones*. Grupo Noriega Editores, México.