



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla  
Centro Interdisciplinario de Posgrados  
Investigación y Consultoría  
Departamento de Ingeniería  
Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección  
de Tecnología

Título de la Tesis de Grado  
Modelo de Sistemas Dinámicos para el Desarrollo de Clusters Industriales

Tesis que para obtener el Grado de  
Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología

Presenta  
Adolfo Rodríguez Parada

Puebla, 2014



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

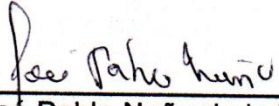


Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla  
Centro Interdisciplinario de Posgrados  
Investigación y Consultoría  
Departamento de Ingeniería  
Doctorado en Planeación Estratégica  
y Dirección de Tecnología

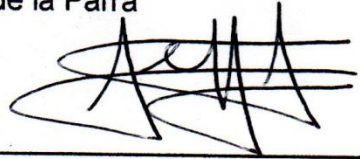
Se aprueba la Tesis:  
Modelo de Sistema Dinámico para el  
Desarrollo de Clusters Industriales

Adolfo Rodríguez Parada

Comité Asesor

  
Dr. José Pablo Nuño de la Parra

  
Dr. Cuauhtémoc Sánchez Ramírez

  
Dr. José Alfredo López de Cosío

Puebla, México.

30 de Junio de 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi padre (QEPD), que aunque ya no está físicamente conmigo, siempre lo he sentido presente en mi vida. Y sé que estaría orgulloso de la persona en la cual me he convertido, te extraño papi.

Agradezco especialmente a mis hijos Brandon, Yaneli y Adolfo quienes constituyen el motor que impulsa mi vida, por su cariño, paciencia y comprensión en esta etapa de mi vida, que hoy veo culminada.

A mi amada compañera de vida, mi esposa y amiga Tanya Yamel Peñuela Moran, mil gracias por acompañarme en este proceso, pero sobre todo, por tu amor, tu comprensión, paciencia y fortaleza que permitieron que pudiese, no sólo trabajar, sino también llegar a culminar este proyecto.

Al Dr. José Pablo Nuño de la Parra, al Dr. Cuauhtémoc Sánchez Ramírez y al Dr. José Alfredo López de Cosío por toda la colaboración brindada con sus conocimientos, durante la elaboración de esta tesis.

Finalmente a Yara, Jesús y Javier porque cada una con sus valiosas aportaciones hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## INTRODUCCIÓN i

## CAPÍTULO 1. PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN .....9

### 1.1 Planteamiento del problema. ....9

### 1.2 Preguntas de investigación..... 10

### 1.3 Propósito de la investigación..... 11

### 1.4 Objetivo general ..... 12

### 1.5 Objetivos específicos ..... 12

### 1.6 Justificación de la investigación ..... 12

### 1.7 Alcances y limitaciones ..... 13

### 1.8 Organización del estudio..... 13

## CAPÍTULO 2. CLÚSTER INDUSTRIAL Y EL ENFOQUE SISTÉMICO. ....16

### 2.1 Clúster industrial como ventaja competitiva..... 16

### 2.2 Clúster industrial..... 17

### 2.3 Ciclo de vida de un clúster industrial. .... 19

### 2.4 Determinantes de la competitividad..... 20

### 2.5 Determinantes de la ventaja nacional..... 23

#### 2.5.1. Condiciones de los factores..... 24

#### 2.5.2. Condiciones de la demanda..... 26

#### 2.5.3. Industrias relacionadas y de soporte..... 28

#### 2.5.4. Estrategia, estructura y rivalidad de la empresa. .... 29

#### 2.5.5. Variables auxiliares. .... 30

##### 2.5.5.1 Causalidad..... 30

##### 2.5.5.2 Gobierno. .... 31

### 2.6 La dinámica de la ventaja nacional..... 31

#### 2.6.1. Creación de factores..... 32

#### 2.6.2. Composición de la Demanda..... 33

#### 2.6.3. Industrias relacionadas y de soporte..... 33

#### 2.6.4. La rivalidad domestica ..... 34

### 2.7 El campo de la dinámica de sistemas..... 34

#### 2.7.1. Pensamiento sistémico. .... 35

#### 2.7.2. Dinámica de Sistemas. .... 37

|                                             |                                                                         |           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.7.3.                                      | Evaluación de políticas de decisión mediante dinámica de sistemas. .... | 39        |
| 2.7.4.                                      | Modelado. ....                                                          | 40        |
| <b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>         |                                                                         | <b>45</b> |
| <b>3.1.</b>                                 | <b>Diseño de la investigación. ....</b>                                 | <b>45</b> |
| <b>3.2.</b>                                 | <b>Proceso de modelado.....</b>                                         | <b>46</b> |
| 3.2.1.                                      | Planteamiento del problema. ....                                        | 47        |
| 3.2.2.                                      | Formulación de la hipótesis dinámica. ....                              | 49        |
| <b>CAPÍTULO 4. MODELO DE SIMULCIÓN.....</b> |                                                                         | <b>57</b> |
| <b>4.1</b>                                  | <b>Submodelo Infraestructura.....</b>                                   | <b>57</b> |
| 4.1.1.                                      | Diagrama Causal de Infraestructura. ....                                | 60        |
| 4.1.2.                                      | Diagrama de Forrester de Infraestructura. ....                          | 61        |
| 4.1.3.                                      | Ecuaciones Matemáticas. ....                                            | 62        |
| 4.1.4.                                      | Pruebas de Validación. ....                                             | 64        |
| 4.1.4.1.                                    | Comportamiento Simulado. ....                                           | 64        |
| <b>4.2</b>                                  | <b>Submodelo Recursos de Conocimiento.....</b>                          | <b>66</b> |
| 4.2.1.                                      | Diagrama Causal de Recursos de Conocimiento.....                        | 67        |
| 4.2.2.                                      | Diagrama de Forrester de Recursos de Conocimiento. ....                 | 68        |
| 4.2.3.                                      | Ecuaciones Matemáticas. ....                                            | 69        |
| 4.2.4.                                      | Pruebas de Validación. ....                                             | 71        |
| 4.2.4.1.                                    | Comportamiento Simulado. ....                                           | 71        |
| <b>4.3</b>                                  | <b>Submodelo Recursos de Capital.....</b>                               | <b>73</b> |
| 4.3.1.                                      | Diagrama Causal de Recursos de Capital.....                             | 74        |
| 4.3.2.                                      | Diagrama de Forrester de Recursos de Capital. ....                      | 75        |
| 4.3.3.                                      | Ecuaciones Matemáticas. ....                                            | 76        |
| 4.3.4.                                      | Pruebas de Validación.....                                              | 77        |
| 4.3.4.1.                                    | Comportamiento Simulado. ....                                           | 77        |
| <b>4.4</b>                                  | <b>Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.....</b>              | <b>79</b> |
| 4.4.1.                                      | Diagrama Causal de Atractividad de los Recursos Físicos. ....           | 80        |
| 4.4.2.                                      | Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Físicos. ....     | 81        |
| 4.4.3.                                      | Ecuaciones Matemáticas. ....                                            | 82        |
| 4.4.4.                                      | Pruebas de Validación.....                                              | 83        |
| 4.4.4.1.                                    | Comportamiento Simulado. ....                                           | 83        |
| <b>4.5</b>                                  | <b>Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos. ....</b>             | <b>85</b> |
| 4.5.1.                                      | Diagrama Causal de Atractividad de los Recursos Humanos. ....           | 86        |
| 4.5.2.                                      | Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Humanos. ....     | 87        |
| 4.5.3.                                      | Ecuaciones Matemáticas. ....                                            | 88        |
| 4.5.4.                                      | Pruebas de Validación.....                                              | 89        |
| 4.5.4.1.                                    | Comportamiento Simulado. ....                                           | 89        |
| <b>4.6</b>                                  | <b>Modelo de simulación. ....</b>                                       | <b>91</b> |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 4.6.1 Diagrama de Forrester. .... | 91 |
|-----------------------------------|----|

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **REFERENCIAS**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS.

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ciclo de vida de un clúster. Fuente: ECOTEC 2008 .....                     | 19 |
| Figura 2. Determinantes de la competitividad (Porter, 2009). .....                   | 22 |
| Figura 3. Competitividad macroeconómica. ....                                        | 23 |
| Figura 4. El diamante de la ventaja nacional (Porter, 1990). ....                    | 24 |
| Figura 5. Diagrama a bloques del desarrollo de un clúster. ....                      | 48 |
| Figura 6. Determinantes y Factores que condicionan el desarrollo de un clúster. .... | 49 |
| Figura 7. Diagrama causal del dinamismo del diamante de Porter. ....                 | 50 |
| Figura 8. Diagrama causal del determinante condiciones de los factores.....          | 53 |
| Figura 9. Diagrama causal de Infraestructura .....                                   | 61 |
| Figura 10. Diagrama de Forrester de Infraestructura .....                            | 62 |
| Figura 11. Comportamiento Submodelo Infraestructura.....                             | 65 |
| Figura 12. Diagrama causal de Recursos de Conocimiento .....                         | 68 |
| Figura 13. Diagrama de Forrester de Recursos de Conocimiento.....                    | 69 |
| Figura 14. Comportamiento Submodelo Recursos de Conocimiento. ....                   | 72 |
| Figura 15. Diagrama causal de Recursos de Capital .....                              | 75 |
| Figura 16. Diagrama de Forrester de Recursos de Capital.....                         | 76 |
| Figura 17. Comportamiento Submodelo Recursos de Capital. ....                        | 79 |
| Figura 18. Diagrama causal de Atractividad de los Recursos Físicos.....              | 81 |
| Figura 19. Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Físico .....        | 82 |
| Figura 20. Comportamiento Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos. ....       | 85 |
| Figura 21. Diagrama causal de Atractividad de los Recursos Humanos.....              | 87 |
| Figura 22 Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Humanos .....        | 88 |
| Figura 23. Comportamiento Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos. ....       | 91 |
| Figura 24. Diagrama de Forrester de Condiciones de los Factores .....                | 92 |

## ÍNDICE DE TABLAS.

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Variables Submodelo Infraestructura.....                                                    | 57 |
| Tabla 2. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Infraestructura. ....                      | 64 |
| Tabla 3. Resultados de la simulación del Submodelo Infraestructura.....                              | 65 |
| Tabla 4. Variables Submodelo Recursos de Conocimiento. ....                                          | 66 |
| Tabla 5. Valores Iniciales de la simulación del Submodelo Recursos de Conocimiento.....              | 72 |
| Tabla 6. Resultados de la simulación del Submodelo Recursos de Conocimiento. ....                    | 73 |
| Tabla 7. Variables Submodelo Recursos de Capital. ....                                               | 73 |
| Tabla 8. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Recursos de Capital. ....                  | 78 |
| Tabla 9. Resultados de la simulación del Submodelo Recursos de Capital. ....                         | 79 |
| Tabla 10. Variables Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos. ....                             | 79 |
| Tabla 11. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos..... | 84 |
| Tabla 12. Resultados de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.....        | 85 |
| Tabla 13. Variables Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos. ....                             | 85 |
| Tabla 14. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos..    | 90 |
| Tabla 15. Resultados de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos.....        | 91 |

## **RESUMEN**

Es un hecho que los países y principalmente sus regiones requieren de estrategias que les permitan conseguir una posición única y de valor. Los clusters industriales representan un ingrediente determinante en el desarrollo de la posición competitiva de una región o un país. Sin embargo entender y comprender como estas estructuras complejas crecen y se desarrollan, es una tarea complicada. En la presente investigación se desarrolló un modelo de simulación desde la perspectiva de la dinámica de sistemas, ya que es a través de la simulación que podemos en una fracción de tiempo y espacio observar el comportamiento de un clúster, lo que en la vida real tardaría años, ofreciéndonos un cierto grado de certidumbre sobre las políticas planificadas de crecimiento y desarrollo de estos. El modelo está diseñado considerando el dinamismo que presenta el diamante de Porter, los contextos macroeconómico, político-legal y social, y los análisis de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla, con el fin de poder entender de mejor manera las relaciones causales que existen entre los determinantes y factores que propician el desarrollo de los clusters.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la aceleración e incremento de la complejidad del cambio tecnológico, la globalización de los mercados, la intensificación de la competencia y la soberanía del consumidor se han transformado en movimientos destacados, ante los cuales las empresas deben buscar y crear nuevas ventajas competitivas que les permitan sobrevivir en el mercado (Capó-Vicedo, Expósito-Langa y Masiá-Buades, 2007).

En la actualidad, la geografía económica ocupa un lugar importante en la teoría económica. Se han realizado diversos estudios para determinar el origen del elevado crecimiento económico que tienen algunos países, revelando en muchos de los casos, que el espacio geográfico es esencial para comprender la divergencia en la asignación de la actividad económica entre las regiones y eventualmente la diferencia en el crecimiento económico de los países donde se encuentran localizadas estas regiones (Buendía, 2005).

Los clusters son un factor determinante en el desarrollo de la posición competitiva de un país, dado que la competitividad de un país o región es consecuencia de la competitividad e innovación presente en las empresas (Porter, 1990). Por lo que uno de los retos a los que deben enfrentarse las empresas y sobre todo las pertenecientes a economías en desarrollo, es a la formación de clusters que les permitan asociaciones y acuerdos de cooperación destinados a transferir habilidades y conocimientos entre ellas, generando la capacidad de compartir (Vera Garnica, 2006). Esta forma de relación y cooperación entre concentraciones geográficas de empresas ha despertado el interés de estudio para determinar por qué y cómo es que dominan sus sectores, tratando de encontrar los factores que los conducen a un éxito competitivo (Iturrioz Landart, Aranguren Querejeta, Aragón Amonarriz y Larrea Aranguren, 2005).

El estudio de clusters se ha dado en dos vertientes, la primera ha sido ampliamente abordada y alude al estudio de casos de regiones donde la aglomeración de empresas se ha logrado exitosamente, los resultados muestran elementos que son específicos a cada región, pero no determinan causas más generales de cómo surgen y evolucionan los clusters (George-Marian, 2007), en la segunda se han enfocado a encontrar variables que expliquen su aparición. Dentro de esta vertiente, Porter (1990) desde su visión estratégica, propone el modelo del diamante competitivo, en donde la interrelación de las cuatro aristas del diamante son el detonante del

clúster, ya que en primer lugar incrementan la productividad de las empresas o sectores que los integran, en segundo lugar incrementan su capacidad de innovar y con ello su capacidad de aumentar la productividad y en tercer lugar estimulan la creación de nuevas empresas lo cual apoya la innovación y expande el clúster, por otro lado, desde una visión economista, Krugman (1991) propone un modelo formal enfocado en la economía geográfica en donde se estudia la producción con base en una región.

Es indudable que estos modelos han mostrado aspectos fundamentales sobre la geografía económica, pero se basan únicamente en algunas variables y parámetros, dejando de lado que los clusters son estructuras complejas cuyo entendimiento no se da de manera lineal, es por esto que carecen de la capacidad explicativa para hacer frente a las complejas interacciones entre las variables que tienen lugar en el mundo real de los clusters (Buendía, 2006).

Por lo anterior, en esta investigación se estudia el desarrollo de los clusters desde la perspectiva de dinámica de sistemas, ya que es a través de ella, que podemos entender las relaciones causales de los elementos que propician el comportamiento observado en un clúster. Haciendo una revisión de la literatura se encontró que se han realizado pocos estudios que utilizan dinámica de sistemas para comprender las estructuras complejas que presentan los clusters, dentro de los más destacados se mencionan: Lin, Tung y Huang (2006) realizan un modelo dinámico para analizar la complicada relación que existe entre los factores que influyen en el efecto clúster y consideran cuatro dimensiones interactivas importantes de la competitividad industrial: la mano de obra, la tecnología, el dinero y los flujos del mercado. Teekasap (2009) a través de la dinámica de sistemas estudia el efecto que tienen ciertas políticas gubernamentales en la formación del clúster, tomando en cuenta factores como la interacción del clúster con los recursos, trabajadores, empleo, desempleo, salario, demanda del mercado y la capacidad de producción, resaltando la importancia de la exportación y la capacitación para el desarrollo del clúster. Buendía (2005) desarrolla un modelo dinámico de la aparición y evolución de los clusters industriales bajo la perspectiva de la urna, donde concluye que este proceso incluye la comprensión de un gran número de variables y de las relaciones entre ellas.

## CAPÍTULO 1

### PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN

---



## **CAPÍTULO 1. PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema.**

Los trabajos sobre clusters convergen en resaltar la acumulación de circunstancias que los detonan, pero es una realidad que pueden darse acciones puntuales o políticas planificadas que favorezcan su crecimiento, o incluso que permitan que se den las condiciones necesarias para su desarrollo (Capó-Vicedo, 2011). Este tipo de iniciativas no son simples de implementar y deben ser diseñadas con perspectivas de mediano y largo plazo; para esto se requiere analizar la disposición de múltiples facetas, que se derivan de la relación de casualidad mutua entre las numerosas variables que afectan la aparición y desarrollo de los clusters y que permiten comprender las reacciones negativas y positivas (Buendía, 2005).

El pensamiento sistémico aborda los estudios sociales, económicos y empresariales (empresas, instituciones públicas, organizaciones comunitarias y demás organizaciones humanas), como sistemas complejos de actividades humanas, en las cuales a su vez, se expresa la pluralidad de intereses y valores, de sus miembros y su entorno. (Arango Serna y Herraiz Gil, 2000).

Ante la complejidad, la dinámica de sistemas es una herramienta de análisis adecuada para explicar situaciones complejas mediante la implementación de circuitos de retroalimentación en el modelo (Stermán, 2000). Además, numerosos estudios proponen que la dinámica de sistemas es un instrumento adecuado en el estudio de políticas (Teekasap, 2009).

En este orden de ideas, es posible ver que en los últimos años ha crecido el uso de herramientas de simulación dinámica para ofrecer soluciones a problemas sociales debido a la complejidad de las relaciones estructurales y al horizonte de tiempo requerido. Con esto no se pretende dejar de lado el análisis estadístico y a la modelización econométrica, que proporcionan a los investigadores un soporte basado en su estructura y robustez matemática al momento de analizar e interpretar la información, pero el fenómeno a observar puede ser tan complejo que resulte prácticamente imposible modelar y obtener una solución predictiva por medio de un sistema de ecuaciones; para la dinámica de sistemas no resultan un obstáculo las ecuaciones diferenciales de orden elevado, los procesos multi-integrantes o los complicados

procesos estocásticos. La dinámica de sistemas y los análisis estadísticos no son herramientas excluyentes ni contrapuestas, pueden ser consideradas como técnicas complementarias (Arango Serna y Herraiz Gil, 2000).

La dinámica de sistemas, a diferencia de los modelos de precisión, donde se procura suministrar datos exactos acerca de la situación futura del sistema modelado, busca elaborar modelos de gestión donde se pretende establecer que la alternativa “X” es mejor que la “Y”, no hay necesidad de tanta precisión ya que las comparaciones son igualmente útiles. La dinámica de sistemas tiene como objetivo primordial llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento de un sistema a largo plazo, no pretende predecir detalladamente el comportamiento futuro, sino mas bien a través del análisis del sistema y el ensayo de diferentes políticas sobre el modelo, pretende enriquecer el conocimiento del mundo real y la efectividad de las distintas políticas (García, 2003).

En dinámica de sistemas, se afirma que muchos de los problemas que se tienen, son consecuencia de acciones propias, elejidas en el marco de políticas de decisión que pueden ser explícitas o implícitas y que la meta es llegar a dilucidar, analizar y mejorar las politicas de decisión, ya que de este modo se puede superar el problema de forma duradera (schaffernicht, 2009).

Ante la problemática de crecimiento y desarrollo que presentan los clusters, en esta investigación se pretende crear un modelo de dinámica de sistemas para el desarrollo de clusters industriales, que toma como eje principal y motor el dinamismo que presenta el diamante de Porter, así como el contexto macroeconomico, politico-legal y social para analizar sus relaciones causales, y entender como su interacción define el comportamiento y afecta el progreso de los clusters, de tal manera que sirva como herramienta para simular el efecto de políticas o iniciativas de acción que impulsen el desarrollo de los clusters.

## 1.2 Preguntas de investigación

¿De qué manera el modelo ayuda a los estrategias a dilucidar, analizar y mejorar las políticas que impulsen el desarrollo de un clúster?

¿En qué medida pueden ser creadas políticas que favorezcan el desarrollo de un clúster?

¿Qué papel desempeñan el diamante de Porter, los contextos macroeconómico, político-legal y social en el desarrollo de un clúster?

¿Cómo podría ser replicado el modelo a cualquier clúster industrial?

### 1.3 Propósito de la investigación

La presente investigación tiene como propósito presentar un medio que permita incrementar el conocimiento acerca del desarrollo de los clusters, los cuales representan un ingrediente determinante en el progreso de la posición competitiva de un país e identificar aspectos generales acerca de los factores diferenciadores que los conduzcan a un éxito competitivo; además de ofrecer a los encargados de tomar decisiones un modelo que les sirva como herramienta de apoyo para anticipar situaciones imprevistas, crear políticas e identificar acciones que deban llevarse a cabo para favorecer el desarrollo del clúster.

El modelo expondrá el comportamiento de los clusters en cuatro módulos que agrupan los principales determinantes y factores que influyen a un clúster. El primer módulo se refiere al contexto macroeconómico, aunque, si bien es cierto que la estabilidad macroeconómica aisladamente no puede aumentar la productividad de una nación, si es sustancial para los negocios, ya que la economía no puede crecer de manera sostenible a menos que el entorno macroeconómico sea estable (Fischer, 1993). El segundo módulo agrupa factores referentes al contexto político-legal, ya que este tiene la facultad de garantizar la igualdad de condiciones, mejorar la confianza empresarial y a través de lineamientos políticos reforzar la competitividad. El tercer módulo se refiere al contexto social; agrupa factores referentes a la actitud, ética y valores, factores necesarios para impulsar las relaciones de cooperación en el clúster. Estos módulos van a soportar y producir las condiciones adecuadas para impulsar el dinamismo del diamante de Porter, eje base de este modelo y el cual representa el cuarto módulo. Así, todos los factores pertenecientes a los diferentes módulos crean un sistema dinámico que influye en el desarrollo de un clúster. Con este modelo se podrán simular diversos escenarios que permitirán vislumbrar las consecuencias de las diferentes opciones

estratégicas y conocer el impacto que habrá sobre el clúster en cuanto a la evolución del entorno.

#### 1.4 Objetivo general

Diseñar un modelo de sistemas dinámicos, que ayude a los estrategas a dilucidar, analizar y mejorar políticas que impulsen el desarrollo de un clúster industrial.

#### 1.5 Objetivos específicos

- Investigar el marco teórico que circunscribe a los clusters y la dinámica de sistemas, a través de la revisión exhaustiva de la literatura.
- Analizar los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla, para la identificación de las variables que conformarán el modelo de dinámica de sistemas.
- Desarrollar el modelo, con base en la revisión bibliográfica, las abstracciones concebidas durante los análisis de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla así como de la información obtenida de los expertos sobre el desarrollo de un clúster.
- Realizar las simulaciones pertinentes con el modelo construido, mediante la creación de escenarios que apoyen la evaluación de políticas de desarrollo.

#### 1.6 Justificación de la investigación

Es un hecho que los países requieren de estrategias que les permitan conseguir una posición única y de valor, actualmente las iniciativas de clusters permiten obtener esta ventaja. Se han realizado múltiples investigaciones sobre clusters de empresas, pero todos muestran características específicas de las regiones que los hacen exitosos ofreciendo una instantánea sobre un tiempo determinado.

Muchas regiones no cuentan con las condiciones más adecuadas para el desarrollo de los clusters de empresas. No obstante, existe la posibilidad de inducir los procesos que conlleven a la generación de entornos que favorezcan el crecimiento y desarrollo de los clusters de empresas a través de la formulación de políticas. Pero estas iniciativas son muy difíciles de

implementar ya que las consecuencias de la aplicación de estas políticas sólo pueden verse a largo plazo y muchas veces no producen los resultados esperados, ya que los clusters de empresas son sistemas complejos no lineales que dependen de la causalidad mutua entre numerosas variables. Es por ello que en la presente investigación se hará uso de la dinámica de sistemas, ya que es a través de la simulación, que se puede establecer lo que muy probablemente ocurrirá cuando se implementen cada una de las diferentes alternativas, puesto que en una fracción de tiempo y espacio podemos observar el comportamiento de un clúster de empresas, lo que en la vida real tardaría años, y así se puede ofrecer un cierto grado de certidumbre sobre las políticas planificadas de desarrollo.

#### 1.7 Alcances y limitaciones

- La investigación consiste en estudiar, desde la perspectiva de la dinámica de sistemas el desarrollo de los clusters.
- La investigación se pretende realizar a través de una revisión exhaustiva de la bibliografía, los análisis realizados por grupo SINTONIA de UPAEP, de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla, así como de la obtención de información proporcionada por expertos.
- El modelo sólo contemplará la fase de análisis y desarrollo, no así la validación de las políticas planificadas por cuestiones de tiempo (enfoque a largo plazo).

#### 1.8 Organización del estudio

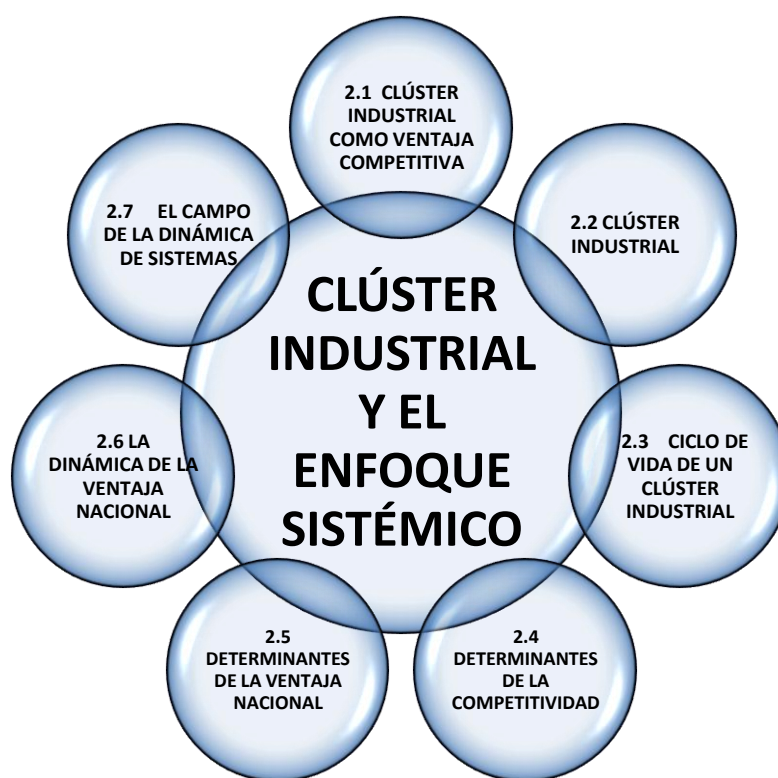
La organización de la tesis se encuentra estructurada en cinco capítulos. En el capítulo uno se sustenta el desarrollo de esta investigación, para ello se hace el planteamiento del problema donde se identifica la problemática a investigar, se describe el propósito y se justifica la investigación, así también se conciben los objetivos y las preguntas de investigación. El capítulo dos presenta el marco de referencia que circunscribe a esta tesis, abordando dos tópicos fundamentales en el desarrollo de la misma, por un lado la teoría de **clústers** y por otro la **dinámica de sistemas**. El tercer capítulo plantea y justifica la metodología a seguir en el

desarrollo del modelo propuesto en esta tesis; se articula la problemática de desarrollo que presentan los clusters, se identifican los determinantes que condicionan su desarrollo y se plantea la hipótesis dinámica como resultado de la identificación de las variables claves y de su comportamiento mediante **diagramas causales**. El capítulo cuatro muestra el **diagrama de Forrester** del modelo de simulación, dividido en cinco submodelos, así como su correspondientes validaciones. Para finalizar, en el capítulo cinco se presentan las conclusiones de la investigación, contribuciones y trabajos futuros.

## CAPÍTULO 2

# CLÚSTER INDUSTRIAL Y EL ENFOQUE SISTÉMICO

---



## **CAPÍTULO 2. CLÚSTER INDUSTRIAL Y EL ENFOQUE SISTÉMICO.**

### **2.1 Clúster industrial como ventaja competitiva**

Actualmente, se vive en un mundo globalizado en constante transformación, en donde el ritmo está dictado por la competencia. La globalización ha logrado acortar distancias, poniendo al alcance de las empresas los recursos necesarios para hacer frente a la competencia, pareciera que la ubicación pierde importancia ante este fenómeno, pero en realidad la sitúa en un papel que difiere mucho de generaciones anteriores. Este nuevo ritmo requiere una rápida adaptación a los constantes cambios del mercado, requiere una administración que permita desarrollar nuevas capacidades para constituir relaciones únicas con los socios (Walters, 2004). En este ambiente las iniciativas de colaboración son un medio que se ha convertido en una herramienta eficaz de las empresas, para mantener una ventaja competitiva. Para lograr hacer frente a esta nueva situación, una de las estrategias más utilizadas por parte de las empresas es la formación de clusters (Bititci, Martínez, Albores, y Porung, 2004).

Se ha podido observar un efecto clúster que denota que las industrias tienden a estar geográficamente cercanas y atraen, gracias a la detonación de ciertos factores, a otras empresas del mismo giro o relacionadas, a continuación se mencionarán algunos ejemplos: el Clúster de Silicon Valley que agrupo en california a las empresas de tecnología; en Detroit se concentra la fabricación de automóviles; los estudios de cine de Hollywood; las finanzas y la banca de inversión en Wall Street y en todo Manhattan; la ruta 128 de Boston se detona por la inversión en investigación por parte de la defensa de Estados Unidos; en España está el Madrid Network que es una red de clústeres integrado por 12 sectores industriales entre ellos la automoción, salud, energías renovables, finanzas, diseño gráfico, etc.; en México tenemos los clusters automotrices en Nuevo León, Guanajuato, Coahuila y Puebla.

Los clusters son la prueba de que el éxito competitivo puede provenir de la concentración geográfica de empresas interconectadas que compiten pero que también cooperan (Porter, 2000).

## 2.2 Clúster industrial.

Como sucede con la mayoría de los conceptos o enfoques, no existe una definición única por lo que se hace necesario hacer un recuento de las principales definiciones de clúster que nos ayuden a destacar los aspectos comunes y significativos que serán validos dentro del contexto de esta tesis.

El nacimiento de los clúster se da en Italia, donde varias compañías pequeñas, ven la oportunidad de unirse para poder crecer rápidamente, desarrollar nichos de mercado, y principalmente lograr exportar sus productos y tener mejores oportunidades de empleo (Humphrey & Schmitz, 1995). Se comienza a ver aquí el tinte geográfico ya que la unión se llevó a cabo con compañías pertenecientes a regiones específicas.

Alfred Marshal, a través de su investigación sobre los distritos industriales en su obra “Principios de Economía”, inicia con el concepto de clúster. Afirmaba, que para lograr economizar los recursos como el transporte, las personas e inclusive las ideas, las empresas pequeñas con características similares se agrupan y forman alianzas. En este sentido propone tres fuerzas principales o externalidades que motivan la aglomeración: primero el intercambio de conocimientos y spillovers; después por el desarrollo de la base de proveedores especializados y eficientes y por último el desarrollo de fuentes de trabajo locales con conocimientos especializados. (Marshall, 1925).

Con su estudio sobre la ventaja competitiva de las naciones Michael Porter populariza el término clúster, con base en los trabajos realizados, Porter (2000) define a los clusters como “concentraciones geográficas de empresas interconectadas, suministradores especializados, proveedores de servicios, empresas de sectores afines e instituciones conexas (universidades, organismos de normalización y asociaciones comerciales) en campos particulares que compiten pero que también cooperan”. La idea principal es que las empresas mediante la cooperación entre ellas puedan conquistar mercados haciendo frente a obstaculos que de manera individual no podrían sortear.

Porter (1999) describe que los clusters no sólo agrupan una extensa gama de industrias, sino que además existen otras entidades relacionadas que son importantes para competir; como por

ejemplo a proveedores de insumos críticos y a proveedores de infraestructura especializada. Aunado a esto, existe el respaldo de organismos gubernamentales y otras instituciones como universidades, organismos normativos, centros de estudio, proveedores de capacitación y asociaciones de comercio que son el soporte en el área de entrenamiento, educación, información.

“Un clúster es una red de compañías, clientes y sus proveedores de factores relevantes, incluyendo materiales, componentes, equipo, entrenamiento y financiamiento, extendiéndose a los establecimientos educativos e institutos de investigación que proveen gran parte del capital humano y tecnológico” (Carrie, 1999). En esta definición podemos ver que se va mas allá de solo proveedores, incluye también el aspecto de institutos de colaboración.

De la siguiente definición cabe destacar que la colaboración surge entre empresas similares para enfrentar los desafíos y la importancia de las estructuras especializadas:

"Una concentración geográficamente delimitada de empresas similares, conexas o complementarias, con canales activos para las transacciones comerciales, las comunicaciones y el diálogo, que comparten infraestructuras especializadas, mercados de trabajo y servicios, y que se enfrentan a oportunidades y amenazas comunes” (Rosenfeld, 1997).

Hill y Brennan (2000) visualizan a los clusters industriales como un sistema que les permite a las empresas generar ingresos más altos y aumentar sus innovaciones, por la intensa competencia y la cooperación que se genera dentro de este sistema.

Dentro de los aspectos destacados que se pueden identificar por ser comunes a la mayoría de conceptos tenemos que, en un espacio geográfico delimitado, empresas afines y relacionadas por su cadena de valor colaboran activamente, añadiendo ventaja competitiva al grupo a través de compartir para potenciar el desarrollo e innovación, haciendo que la calidad de la relación entre las empresas sea un detonante.

Para el ámbito de esta tesis y con base a las definiciones mencionadas, se establece que un clúster es *“un conjunto de empresas geográficamente delimitadas que comparten un mercado perteneciente al mismo grupo industrial, relacionadas vertical y horizontalmente, que*

*colaboran y comparten sus competencias. Todo esto dentro de alianzas con Institutos de colaboración”.*

### 2.3 Ciclo de vida de un clúster industrial.

Como se ha visto, los clusters deben ser entendidos como un sistema que presentan un dinamismo natural que los hace pasar por diferentes etapas que definen su ciclo de vida. Aunque en la práctica el ciclo de vida de un clúster es complejo y diverso, se pueden identificar cuatro etapas (Ecotec 2008):

- Inicial o nacimiento: Es la primera etapa, donde se comienza a dar un crecimiento paulatino y se inicia el acoplamiento.
- Establecimiento: Esta etapa es de crecimiento ya que se han amalgamado las condiciones necesarias para considerar al clúster como instituido.
- Madurez: A pesar de que las condiciones se consideran estables el crecimiento se da con dificultad.
- Declive: Se ha alcanzado el punto máximo y si no se establece alguna estrategia diferente que permita un renacimiento del clúster y generar un ciclo nuevo, iniciará el periodo de declive.

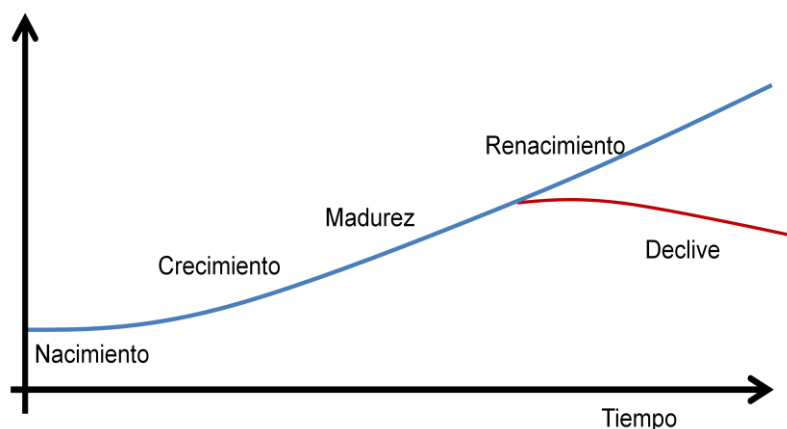


Figura 1. Ciclo de vida de un clúster. Fuente: ECOTEC 2008

Para Krugman (1991), el nacimiento de los clusters obedece a la casualidad de la instalación de una empresa en un lugar determinado que comienza a gestar el fenómeno de un proceso acumulativo. Esta casualidad o suerte, para Porter (2003) es el resultado de la existencia de ciertos factores locales que incrementan la probabilidad de que se generen eventos que detonen el nacimiento de empresas y sectores competitivos, enfatizando que en algunas ocasiones el detonante puede ser una demanda local inusual, informada o exigente o la existencia de algunas empresas innovadoras que estimulan el crecimiento.

Hay tres áreas que inciden en el desarrollo y crecimiento del clúster que merecen especial atención: la intensidad de la competencia local, el clima general del lugar para la formación de nuevas empresas y la eficiencia de los mecanismos formales e informales de unión entre los integrantes del clúster y todo esto puede afectar también al clúster: incrementando la productividad de las empresas o sectores que los integran; incrementando la capacidad de innovar y, con ello, su capacidad de aumentar la productividad, fomentando así ventajas en la competencia. (Porter, 2003, p.245)

Bajo esta premisa, para que un clúster llegue a una etapa de madurez se necesita de un periodo no menor a diez años. Una vez en esta etapa los clusters pueden permanecer en ella durante mucho tiempo, pero existen causas que lo pueden mover a una etapa de decadencia. Las causas endógenas, pueden disminuir la productividad y la capacidad de innovación e inclusive minar la rivalidad local. Por su parte, las causas exógenas consideradas como amenazas, pueden neutralizar varias ventajas del clúster, dentro de las más relevantes podemos citar la evolución tecnológica (Vera y Ganga 2007).

#### 2.4 Determinantes de la competitividad.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define a la competitividad como la capacidad de producir bienes y servicios por encima de la competencia internacional bajo condiciones de libre mercado (OCDE, 2010).

El International Institute for Management Development (IMD) define competitividad como “la capacidad que tiene un país o una empresa para generar proporcionalmente más riqueza que sus competidores en mercados internacionales” (IMD, 2010).

Un alto nivel de vida para sus ciudadanos es parte de la meta económica de una nación, vinculando a la competitividad como la capacidad de conseguir este bienestar y por lo consiguiente determinada por el nivel de productividad con el que se utilizan sus recursos naturales, humanos y de capital. (Porter, 1991).

La competitividad puede ser vista como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país, en donde economías competitivas pueden generar un nivel alto de prosperidad para sus ciudadanos. (GCI, 2014).

Podemos observar de estas definiciones que existen factores comunes, primero todas convergen en virtud de una comparativa a nivel nacional o internacional; relacionan la competitividad con la productividad que impacta en el ingreso, el cual permite una mejora en la calidad de vida; y por último la ventaja competitiva que se genera debe ser sostenible, por lo que se asocia un espacio de tiempo para poder medirla.

La competitividad a nivel macroeconómico impulsa la productividad lo que incrementa el nivel de vida de los habitantes, aunado a esto existen variables políticas, legales y sociales que la respaldan y que se hacen necesarias, pero tales condiciones no son suficientes para la creación de riqueza, ya que también es necesario un entorno microeconómico basado en las estrategias que desarrollan las empresas tomando en cuenta la calidad del entorno bajo el cual están compitiendo (Porter, 2009).

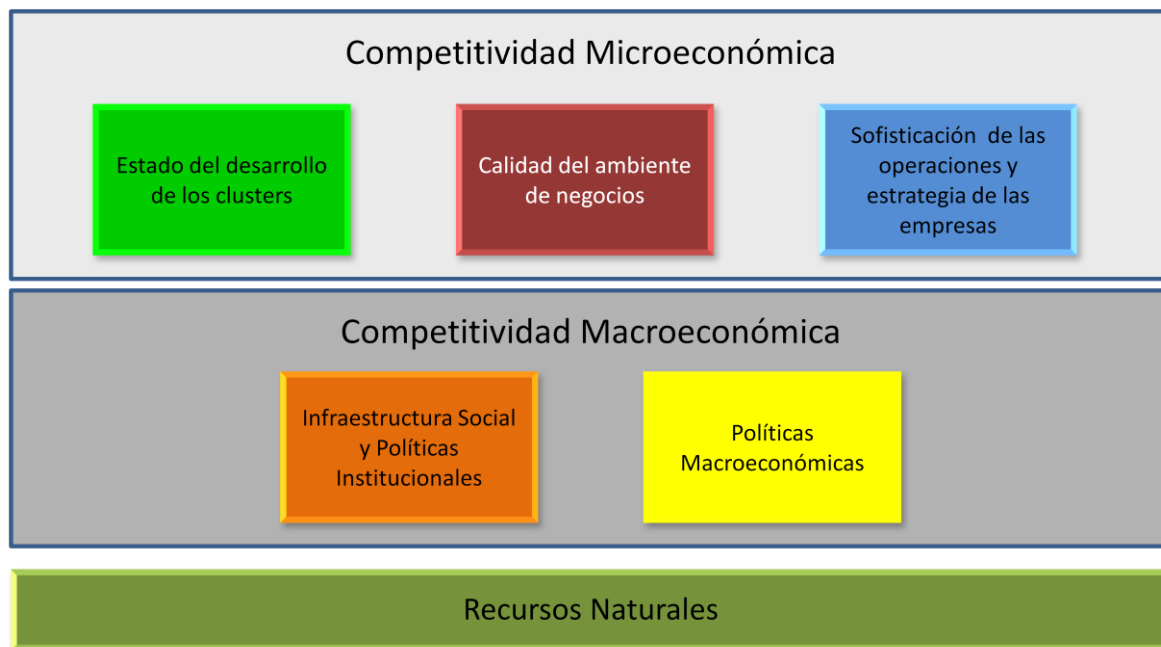


Figura 2. Determinantes de la competitividad (Porter, 2009).

Los recursos naturales, son conocidos como las ventajas comparativas que un país tiene con respecto a su localización, y que utilizados de manera adecuada puede potenciar ventajas competitivas que conduzcan a la conformación de clusters.

En la competitividad macroeconómica, los factores que la componen influyen de manera indirecta en la productividad; dentro de las políticas macroeconómicas el estado interviene con acciones que permitan ofrecer un entorno estable; por otro lado la Infraestructura social y políticas institucionales proporcionan el marco legal en el que se desenvuelve el país, también considera los elementos institucionales como la capacidad institucional efectiva de parte del Estado junto a los intereses del sector empresarial.



Figura 3. Competitividad macroeconómica.

Para el análisis del entorno microeconómico se toma el diamante de ventaja nacional propuesto por Porter, el cual incluye cuatro factores interrelacionados donde cada uno de ellos afecta al resto, conformando, de esta manera, un sistema dinámico auto-reforzante.

## 2.5 Determinantes de la ventaja nacional.

Lo que hacen las empresas al interior para la obtención de su ventaja competitiva, es realmente importante, pero además el medio ambiente local en el que se desenvuelven, puede ser determinante. Bajo esta premisa Porter (1990) propone la existencia de un marco dentro del cual se pueden gestar ventajas competitivas, las cuales están basadas no directamente en los factores que integran el marco, sino en la relación que existe entre ellos. Así, el comportamiento de un factor al momento de generar una ventaja, puede perfeccionar la ventaja de los otros. Este modelo, denominado el diamante, indica que la competitividad de una nación está basada en un sistema de cuatro factores: condiciones de los factores, condiciones de la demanda, industrias relacionadas y de soporte y la estrategia, estructura y rivalidad de la empresa. Dos factores auxiliares complementan el marco del análisis: el gobierno y los hechos fortuitos o causales como se puede apreciar en la Figura 4.

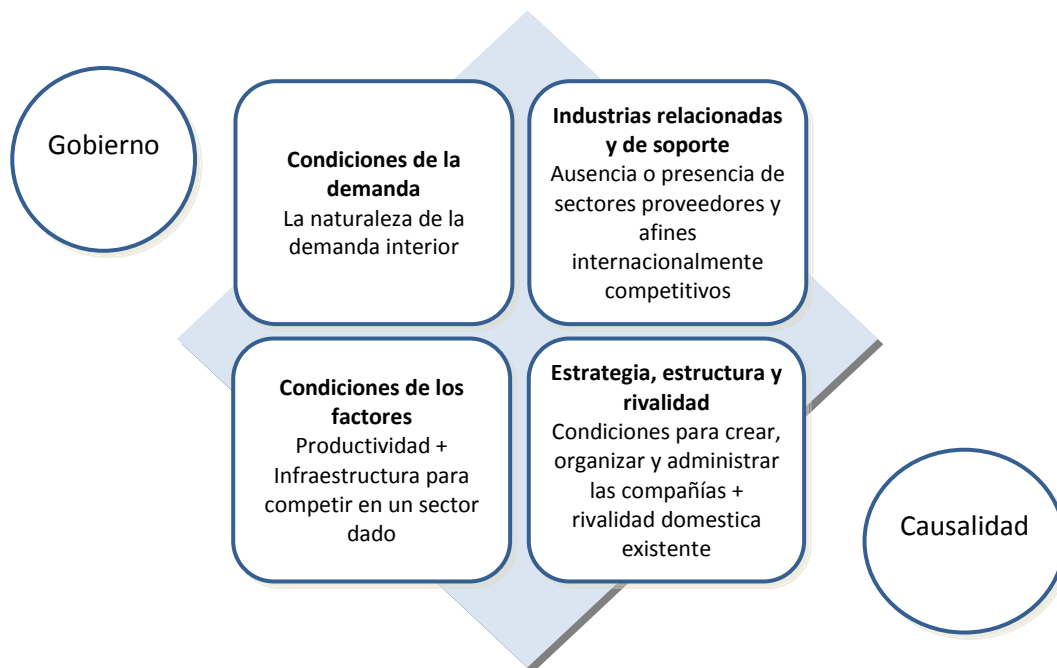


Figura 4. El diamante de la ventaja nacional (Porter, 1990).

Bajo este marco de factores individuales o agrupados, se pueden determinar las industrias o segmentos industriales en los que una nación puede alcanzar el éxito internacional. Debido a que los atributos del diamante son auto-reforzantes, no es necesario tener condiciones favorables en cada uno de ellos para poder conseguir ventajas competitivas en una industria. Sin embargo, contar con ambientes favorables en cada factor genera un entorno dinámico y estimulante que impulsa a las empresas a innovar ampliando sus ventajas con el paso del tiempo.

#### 2.5.1. Condiciones de los factores.

Se pueden resumir como los recursos existentes dentro del país, pero que además son altamente especializados. Para competir en un sector se necesitan factores de producción tales como mano de obra, recursos naturales, capital, habilidades laborales e infraestructura productiva. Pero lo que es realmente significativo para una ventaja competitiva es cómo se logra la creación y perfeccionamiento de factores especializados. El valor de estos factores

especializados esta dado por su relación con necesidades específicas de ciertas industrias. Bajo esta premisa, según Porter, se entiende que estos factores no se pueden heredar, sino que son creados al interior de las naciones a través de mecanismos que varían entre naciones e inclusive entre sectores, requieren mayor inversión pero impulsan la innovación.

A pesar de que las naciones tienen factores en diversas cantidades, una nación exportará bienes generados de los factores de los que más dotación tiene. Sin embargo, a pesar de que esta dotación juega un papel dentro de la ventaja competitiva, la escasez de ciertos factores, en lugar de ser considerada como un impedimento, paradójicamente es fuente generadora de ventajas competitivas, por su impacto en la estrategia y la innovación, ya que se requieren de maneras de subsanar esa falta, generando así ventajas competitivas más sofisticadas. Cabe aclarar, que como sucede en la mayoría de las circunstancias, debe existir un equilibrio entre las ventajas y desventajas existentes en los factores, ya que demasiada decadencia puede generar una catástrofe, un equilibrio evita la dependencia de factores básicos y se detona la innovación.

Los factores se pueden agrupar en las siguientes categorías:

A) *Recursos humanos*: Cantidad, habilidades y costo del personal.

B) *Recursos físicos*: Calidad, accesibilidad, abundancia y costo de los recursos materiales. Las condiciones climatológicas pueden integrarse a este grupo, así como también la localización geográfica y el tamaño de una nación.

C) *Recursos de conocimientos*: Se refiere a la conjunto de conocimientos científicos, técnicos y de mercado que una nación posee y que influyen en la cantidad y la calidad de los bienes y servicios. Las fuentes de este conocimiento se encuentran en las Universidades, Institutos de investigación, instituciones oficiales de estadística, los informes y base de datos sobre la investigación de mercado, obras científicas y empresariales, asociaciones gremiales, etc.

D) *Recursos de capital*: Es la cantidad y costo de capital disponible para financiar la industria. Se ofrece en diversas formas como deuda garantizada, deuda no garantizada, bonos, acciones ordinarias y capital de riesgo, cada una de éstas en diferentes términos y condiciones.

E) *Infraestructura*: Tipo, calidad y costo de la infraestructura que eleva la calidad de vida de la población como: sistema de transporte, redes de comunicación, formas de pago o transferencia de fondos, sistema de asistencia médica, dotación de viviendas e instituciones culturales.

#### 2.5.2. Condiciones de la demanda.

Las condiciones de la demanda, hacen referencia a los gustos y preferencias que dominan el mercado nacional. La demanda interna está compuesta por tres elementos: composición de la demanda interior, tamaño y pautas de crecimiento de la demanda interior y los mecanismos mediante los cuales se transmiten los gustos locales a los mercados extranjeros (internacionalización de la demanda interior). Cuando un sector de la industria es más grande o visible en el mercado local con respecto al extranjero, se tienen a la mano las necesidades de los consumidores lo que permite interpretar y dar respuesta a necesidades puntuales, además de que existe la ventaja de las economías de escala lo cual reduce los costos de producción, con este ambiente los consumidores se vuelven más sofisticados motivando, a las empresas a incrementar la calidad de los productos.

La ventaja competitiva, en este factor se logra mediante:

- La existencia de compradores locales sofisticados y exigentes, ya que a través de esto se tendrá una visión refinada que puede anticiparse a las necesidades de compradores internacionales, permitiendo la incursión en segmentos emergentes.
- La estructura del segmento de la demanda, ya que dicta cual es la prioridad de las empresas de una nación. Se logra ingresar en mercados internacionales, a través de la experiencia adquirida por la diversidad de segmentos en el mercado local.

Atributos de la demanda:

A) La composición de la demanda interior, se refiere al modo en que las empresas perciben interpretan y dan respuesta a las necesidades del comprador y tiene tres características fundamentales que son:

- *Estructura segmentada de la demanda*: Significa que cada nicho de mercado demanda un producto con determinadas características: tamaños, configuraciones, estructuras, etc.
- *Compradores entendidos y exigentes*: La existencia de este tipo de compradores es crucial para mantener las ventajas ya que presionan a las empresas locales a elevar los niveles de calidad, características y servicio de los productos.
- *Necesidades precursoras de los compradores*: Son una fuente de ventaja competitiva, al poder anticiparse a las necesidades del exterior con base a las necesidades de los compradores domésticos.

B) Tamaño y tasa de crecimiento de la demanda interior, depende de aspectos tales como:

- *Tamaño de la demanda interior*: Una gran demanda interior constituye una ventaja siempre que se produzca para segmentos que también gocen de demanda en otras naciones, pues esto genera inversión, reinversión y dinamismo para perfeccionar tecnologías y productos. Sin embargo puede convertirse en una desventaja si el mercado interior ofreciera amplias oportunidades a las empresas locales y se viera reducido el interés por comercializar internacionalmente sus productos.
- *Número de compradores independientes*: Un considerable número de compradores independientes genera el ambiente adecuado para la innovación, ya que se surgen diversas ideas respecto a las necesidades de un producto. También estimula la inversión en un sector al reducir el riesgo de que una empresa tenga que abandonar el mercado, y al mismo tiempo, limita el poder de negociación de uno o dos compradores dominantes.
- *Tasa de crecimiento de la demanda interior*: Una alta tasas de crecimiento interior impulsa la adopción de nuevas tecnologías y la inversión en instalaciones, a las empresas de una nación con la certidumbre de su aprovechamiento, por otro lado una tasa de crecimiento baja desanima a las empresas a la realización de estas actividades.
- *Temprana demanda interior*: Solamente si la demanda interior es precursora de necesidades internacionales, dará a las empresas locales la ventaja de establecer estrategias competitivas y de que realicen inversiones dirigidas hacia aquellos segmentos en donde los compradores locales demanden nuevos productos.

- *Saturación temprana:* La saturación provoca condiciones que incitan a los compradores a cambiar un producto, a través de la reducción de precios, nuevas características y mayor rendimiento de éste, así como otros incentivos; esto obliga a las empresas locales a seguir innovando y perfeccionando.

C) *Internacionalización de la demanda interior*, son los mecanismos o formas de impulsar los productos y servicios en el extranjero y contempla:

- *Compradores locales móviles o multinacionales:* La ventaja se da en base a los grupos de clientes en los mercados extranjeros ya que cuando los compradores domésticos son compañías multinacionales con filiales o actividades en muchas otras naciones, éstas prefieren trabajar con proveedores de productos o servicios de su nación de origen, esta preferencia ofrece un incentivo para que éstos salgan al extranjero, estableciendo así una base de demanda exterior.
- *Influencias sobre las necesidades extranjeras:* Las formas de transmitir necesidades y deseos de los compradores domésticos a los compradores extranjeros.

### 2.5.3. Industrias relacionadas y de soporte.

Representan las uniones entre industrias, incluye la existencia de sectores conexos o relacionados y sectores proveedores de bienes y servicios afines, como tecnología, transporte, infraestructura de los mercados, que sean internacionalmente competitivos.

La existencia de proveedores internacionalmente competitivos permite el acceso eficiente a insumos de bajos costos. La cercanía permite la coordinación adecuada entre las cadenas de valor de las empresas con sus proveedores, aunado a esto las empresas pueden contar de primera mano con información, ideas e innovaciones provenientes de los proveedores que impulsan la innovación a su interior.

Las industrias conexas permiten a la empresa coordinar y compartir actividades, conocimiento e información con respecto a la cadena de valor; así como a actividades referentes a la tecnología, manufactura, distribución, mercadotecnia o servicios.

Los elementos significativos de las industrias relacionadas y de soporte son:

A) Proveedores, la existencia de industrias proveedoras locales que son competitivas a nivel mundial, ponen a la mano componentes, maquinarias e insumos más rentables con relación a su costo, además de que incentivan la innovación y la mejora continua a través de las relaciones cercanas de trabajo entre ellas.

B) Industrias relacionadas, son aquellas que guardan conexión con otras y son capaces de coordinar y compartir actividades en la cadena de valor cuando compiten, o aquellos sectores que comprenden productos que son complementarios, en donde las estrechas relaciones de trabajo entre empresas productoras de bienes complementarios pueden conducir a la elaboración de productos de mejor calidad.

#### 2.5.4. Estrategia, estructura y rivalidad de la empresa.

Este factor se refiere al ambiente actual que gobierna la nación en lo que respecta a cómo se crean, organizan y administran las compañías, así como la naturaleza de la rivalidad doméstica. Interesa evaluar el crecimiento, tamaño y tipo de empresas, así como sus metas empresariales y el tipo de cooperación existente de igual forma interesa conocer el grado de concentración de la capacidad y los procesos productivos.

En una nación, la rivalidad genera un ambiente estimulador de mejora, innovación y de proliferación de más competencia, aunado a esto los rivales locales tienen más poder de influencia hacia la mejora y la innovación, logrando un mayor impulso para el éxito de la industria que los rivales internacionales. La rivalidad doméstica obliga a la búsqueda de ventajas sostenibles, que no estén basadas en factores básicos reduciendo las ganancias producidas por el mercado local, pero generando ventajas que permiten tener mayor utilidad en un mercado internacional.

Elementos que conforman la estrategia, estructura y rivalidad de la empresa:

A) *Estrategia y estructura de las empresas domésticas*, a pesar de que no existe un consenso en las estrategias y estructura de las empresas y que estas dependen y difieren de cada de cada país, las naciones tienden a ser competitivas en aquellas industrias donde las

prácticas gerenciales y técnicas organizacionales son favorecidas por el ambiente nacional. La motivación, tanto de los directivos como de los trabajadores que laboran en las empresas, tiene un rol importante a la hora de crear y, especialmente, mantener la ventaja competitiva nacional. El desempeño del personal, en ocasiones se ve influenciado por el sistema de remuneración que se aplique.

B) *Rivalidad doméstica*, impulsa la creación y mantenimiento de la ventaja competitiva. De los cuatro factores del diamante, la rivalidad doméstica se torna importante por el poderoso efecto estimulante que tiene sobre los otros factores. La rivalidad doméstica releva la importancia de tener ventajas en factores básicos, porque los rivales locales también disfrutan de ellos. La intensa rivalidad doméstica depende de la formación de nuevas empresas para crear nuevos competidores, pueden ser empresas completamente nuevas, que pueden derivarse de empresas ya establecidas o que son resultado de ideas que surgieron durante la formación académica o investigaciones universitarias, otra forma de crear nuevos competidores es la diversificación hacia nuevos sectores por parte de empresas establecidas.

Los cuatro determinantes de la ventaja nacional configuran el entorno competitivo de las industrias. Pero también son importante otras dos variables: la causalidad y el Gobierno.

#### 2.5.5. Variables auxiliares.

##### 2.5.5.1 Causalidad.

Son hechos fortuitos que poco tienen que ver con las circunstancias de una nación, generalmente no se tienen control sobre ellos y tienen la capacidad de influir tanto en las empresas como a nivel nacional. La importancia de la casualidad, radica en que esta genera discontinuidades en las condiciones propiciando cambios en la posición competitiva.

Sin embargo, el que un hecho casual se convierta en ventaja competitiva depende del diamante nacional. Porter hace ver que inclusive lo que puede parecer fruto de la casualidad es, en realidad, resultado de las diferencias de los entornos nacionales.

Algunos acontecimientos casuales que influyen en la ventaja competitiva:

- Disrupción de tecnología.
- Discontinuidades en los costos de los insumos, como las producidas por las crisis del petróleo.
- Cambios significativos en los mercados financieros mundiales o en los tipos de cambio.
- Alzas insospechadas de la demanda mundial o regional.
- Decisiones políticas de gobiernos extranjeros.
- Guerras.

#### 2.5.5.2 Gobierno.

El gobierno puede influir positiva o negativamente en cada uno de los cuatro determinantes (y verse influidos por ellos). La intervención del gobierno y las políticas generadas por él, tienen un papel determinante en la competitividad de un país, y afectan directamente las condiciones de los factores. Porter resume el rol del Gobierno en la ventaja competitiva nacional como el encargado de influir en los cuatro factores del diamante.

### 2.6 La dinámica de la ventaja nacional.

Los cuatro elementos que componen el diamante, forman parte de un sistema complejo de determinantes que permiten generar, no solo ventajas competitivas, sino además ventajas competitivas sostenibles; esto derivado de su relación auto-rreforzante, lo que convierte el diamante en un sistema dinámico que genera un entorno difícil de reproducir por competidores extranjeros; mostrando de esta manera, que no sólo el sistema nacional es importante como el todo, sino que los determinantes individuales que lo componen, juegan un papel crucial y sumado a esto, la relación estructural que existe entre ellos termina por impulsar la Dinámica de la ventaja nacional.

Debido a la importancia de cómo se integran, pero principalmente como se influyen entre sí los determinantes para impulsar la competitividad, se describe a continuación cómo cada uno

es influenciado por los otros, principalmente por dos determinantes, los cuales tienen la capacidad de transformar el diamante en un sistema: la rivalidad doméstica ya que impulsa el perfeccionamiento y la concentración geográfica que eleva y magnifica las interacciones dentro del diamante.

#### 2.6.1. Creación de factores

Los factores especializados y avanzados, son los que marcan la diferencia a la hora de crear ventaja nacional, y tienen sus cimientos en factores generalizados como por ejemplo un sistema de enseñanza secundaria adecuada y la infraestructura de transportes, por lo que se requiere de inversiones sostenidas en éstos. Lo que realmente marca la diferencia entre naciones es la manera que tienen para la creación y perfeccionamiento de factores avanzados y especializados, como son los institutos de investigación, las facultades universitarias especializadas, los programas de capacitación profesional, entre otros.

En la creación de factores, la *rivalidad doméstica* es la que tiene mayor influencia ya que la existencia de un considerable número de rivales domésticos estimula la competencia, más aún si todos los rivales están localizados en una ciudad o región, derivando así en el desarrollo de recursos humanos especializados, tecnologías afines, infraestructura especializada y la necesidad de contar con conocimientos específicos del mercado; bajo estas premisas quienes invierten en la creación de factores son las propias empresas y los trabajadores, bajo la presión de quedarse rezagadas si no lo hacen. *Las industrias relacionadas y de soporte* estimulan sus propios mecanismos para crear y perfeccionar los factores especializados, algunos de los cuales pueden ser transferibles. Por su parte *Las condiciones de la demanda* influyen en la canalización de inversiones, tanto públicas como privadas, hacia la creación de factores conexos, haciendo surgir factores de producción avanzados y especializados que ayuden a cubrir exigentes o refinadas necesidades locales.

Con el paso del tiempo las inversiones para la creación de factores experimentan un efecto acumulativo; y las diferencias en el ritmo y orientación de esas inversiones, de una a otra

nación es lo que puede derivar en la aparición de extensas diferencias en la dotación de factores especializados relacionados con un sector.

#### 2.6.2. Composición de la Demanda

La rivalidad doméstica, en este punto, también es considerada no sólo como la influencia más importante, si no que crea y mejora la demanda interior a través de la innovación en productos y su marketing; así mismo mejora la demanda extranjera, al crear una imagen atrayente al sector. Esto se genera a partir de la presencia de un grupo de rivales locales, los cuales motivados por el compromiso y atención al mercado interior invierten en marketing, su política de precios es agresiva para lograr o conservar su participación en el mercado local. Se estimulan la demanda primaria en el mercado interior, presentando primero en este los productos y ofertando una gama más amplia de los mismos, se produce antes la saturación; estas condiciones forman compradores locales más entendidos y exigentes lo que a su vez refuerza el mercado interno; bajo este escenario se encaminan los esfuerzos en busca de la internacionalización.

La presencia de industrias relacionadas y de soporte que hayan logrado el éxito también puede mejorar la demanda internacional para los productos de un sector mediante la transferencia del prestigio o a través de los productos complementarios.

#### 2.6.3. Industrias relacionadas y de soporte

Las industrias relacionadas y de soporte se ven influenciadas por las condiciones de los factores, principalmente por sus mecanismos de creación, ya que se verán beneficiados por las cualificaciones, el conocimiento y la tecnología creados por un sector.

La demanda interior de un producto genera la ampliación y especialización de las Industrias de soporte, ya que aparecen proveedores especializados para atender necesidades con eficiencia y economía, a ser sustitutos de las importaciones o a realizar actividades que anteriormente se llevaban a cabo dentro de las empresas.

La rivalidad domestica canaliza la demanda al sector proveedor local una vez que las empresas domésticas han alcanzado el éxito internacional y por las ventas a escala mundial, logrando que los sectores proveedores existentes creen productos y servicios adaptados a las necesidades del sector.

Las empresas que han alcanzado el éxito internacional en un determinado sector suelen incorporarse a los sectores proveedores y generan derivaciones, que son empresas creadas por empleados establecidos por su cuenta para fabricar componentes, maquinaria o prestar servicios.

El ritmo de innovación se ve acrecentado por la presencia de clientes domésticos que compiten ya que aumentan los campos técnicos que son investigados por los proveedores y se crean más centros potenciales de desarrollo.

#### 2.6.4. La rivalidad domestica

La rivalidad doméstica se incrementa cuando existen compradores domésticos exigentes que fomentan la incorporación de nuevos competidores. La nueva incorporación a un sector también se ve propiciada, directa o indirectamente, por unas fuertes posiciones nacionales en sectores conexos o de apoyo. La ventaja competitiva más interesante y fuente de innovación es un ambiente con diversas formas de competir que se genera cuando convergen en un nuevo sector empresas recién incorporadas, procedentes de un cierto número de diferentes sectores proveedores y conexos. Otra influencia que propicia la aparición de nuevos participantes que impulsan la rivalidad domestica son los mecanismos especializados en la creación de factores.

#### 2.7 El campo de la dinámica de sistemas.

Esta investigación comienza a gestarse desde el momento en que se estudia el diamante de la ventaja nacional y la dinámica de la ventaja nacional del profesor Michael E. Porter, tópicos que se han abordado con antelación.

Porter (1990) plantea que el éxito de una nación radica en cuatro atributos que individualmente o como sistema conforman el diamante de la ventaja nacional, dichos atributos combinados integran un sistema dinámico.

Por lo anterior, surge la idea de crear un modelo, tomando como base dicho diamante, que permita comprender el dinamismo que presentan los clusters como sistema y condicionante en el desarrollo de éstos, ¿qué mejor para entender ese dinamismo que la Dinámica de Sistemas?. A continuación y de manera particular se explican cada uno de los tópicos que sustentan esta idea.

#### 2.7.1. Pensamiento sistémico.

Senge (1990) afirma:

Los negocios y otras empresas humanas también son sistemas. También están ligados por tramas invisibles de actos interrelacionados, que a menudo tardan años en exhibir plenamente sus efectos mutuos. Como nosotros mismos formamos parte de esa urdimbre, es doblemente difícil ver todo el patrón de cambio. Por el contrario, solemos concentrarnos en fotos instantáneas, en partes aisladas del sistema, y nos preguntamos por qué nuestros problemas más profundos nunca se resuelven (...). (p. 15).

Para entender el pensamiento sistémico o enfoque sistémico, primeramente se hace necesario comprender el significado del término “Sistema” desde la perspectiva de este enfoque. Senge (1995) define al vocablo sistema como un conjunto de elementos agrupados, los cuales se afectan mutuamente en el tiempo y que tienen el mismo propósito común; la palabra sistema deriva del griego *sunístánai* que significa “causar una unión”.

En este mismo sentido Aracil (1995) maneja el término desde una perspectiva de los mismos sistemas encontrados en nuestro mundo, tal es el caso del sistema planetario el cual está integrado por los planetas unidos mediante las fuerzas gravitatorias; el sistema económico, conformado por agentes económicos relacionados entre sí por el intercambio de bienes y servicios; el de una organización, en la que los distintos departamentos integrados persiguen el mismo objetivo. Es bajo estas premisas que un sistema debe ser entendido como una unidad de

elementos interrelacionados, que se afectan mutuamente de tal manera que operan hacia una meta común.

En su definición más simple y concreta, Schaffernicht (2009) precisa que un sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí como un todo y que dicho conjunto presenta una frontera bien definida en la cual el sistema se diferencia del resto del mundo.

Una vez explicado el término sistema y dejado en claro en qué contexto se está abordando, se está en condiciones de abordar el pensamiento sistémico. Senge (1990) explica este pensamiento como un marco conceptual, un cuerpo de conocimientos y herramientas que han sido desarrollados, con la intención de que puedan ser identificados patrones de forma clara y por lo consiguiente susceptibles a modificarse.

El pensamiento sistémico es la combinación de un enfoque para la resolución de problemas, mediante una variedad de métodos, herramientas y técnicas. Para la resolución de problemas, se parte de que los sistemas son complejos por las interrelaciones de sus componentes y que para entender el sistema debe ser analizado en su conjunto. De aquí que el principio del pensamiento sistémico sea que el comportamiento de un sistema es una consecuencia de su estructura. (Santa Catalina, 2010).

El vocablo estructura deriva del latín *struere*, “construir”. En el pensamiento sistémico, la estructura es la configuración de interrelaciones entre las partes principales que conforman un sistema y puede incluir factores tales como la jerarquía, flujo de procesos, actitudes, percepciones, formas de tomar decisiones entre otros más. Estas estructuras pueden ser invisibles hasta que alguien las descubre y no son construidas necesariamente a sabiendas, sino a través de las acciones que las personas realizan a lo largo del tiempo de manera consciente o inconsciente (Senge, 1995). La estructura de un sistema determina su desarrollo, éxito y fracaso. (Santa Catalina, 2010).

En términos generales este pensamiento, parte del supuesto de que cualquier sistema del mundo real, debe ser observado como un todo y no como partes individuales. Pues esta mirada del todo y no en partes, es lo que nos lleva a entender y comprender de una mejor manera el comportamiento de un sistema, esto con el propósito de poder influir o controlar dicho

comportamiento. Los métodos, herramientas y técnicas que utilizamos en este pensamiento, coadyuvan en la comprensión de cómo se conectan entre si las partes de un sistema, así también para analizar el comportamiento dinámico que se presenta por estas interrelaciones. Para estudiar éste comportamiento dinámico que presentan los sistemas, existe un complemento al pensamiento sistémico conocido como Dinámica de Sistemas, campo que se tratará a continuación.

### 2.7.2. Dinámica de Sistemas.

La dinámica de sistemas comienza su desarrollo en el Massachusetts Institute of Technology en 1956 por Jay W. Forrester, asumiendo la filosofía de que las cosas cambian en el tiempo. Fue concebida originalmente para el campo de la administración, con el fin de entender como las políticas empresariales pueden producir éxitos o fracasos, posteriormente su aplicación se extendió a los sistemas sociales (Forrester, 1997). Los sistemas sociales suelen ser del tipo altamente organizados, realimentados y no lineales. Las relaciones existentes de sus partes intervienen contundentemente sobre la conducta humana, las personas constituyen la horma del engranaje social y económico; pues ellas asumen sus respectivos roles como consecuencia de la influencia que ejerce el sistema (Forrester, 1998).

Forrester (1961), citado por Sterman (2000) asevera:

[System dynamics] is an approach that should help in important top-management problems . . . The solutions to small problems yield small rewards. Very often the most important problems are but little more difficult to handle than the unimportant. Many [people] predetermine mediocre results by setting initial goals too low. The attitude must be one of enterprise design. The expectation should be for major improvement. . . The attitude that the goal is to explain behavior; which is fairly common in academic circles, is not sufficient. The goal should be to find management policies and organizational structures that lead to greater success. (p. 41).

El objetivo esencial de la dinámica de sistemas es entender las causas estructurales que inducen el comportamiento del sistema. Combina la teoría, los métodos y la filosofía para analizar el actuar de sistemas complejos. Al respecto Sterman (2000) comenta que la dinámica de sistemas es un método que ayuda a mejorar el aprendizaje en sistemas complejos. Garcia (2012) expone que es en esos entornos complejos y pocos definidos, donde intervienen las decisiones del ser humano que suelen ser guiadas por la lógica.

La dinámica de sistemas es una metodología para el entendimiento de sistemas complejos, que a través de la modelación es que se pueden analizar cómo las interrelaciones de un sistema explican su comportamiento y sus cambios en el tiempo. Hace uso de la realimentación, con el fin de organizar información en la simulación por computadora de un modelo abstracto de un determinado sistema; la computadora ejecuta los roles de las personas en el mundo real y el resultado de la simulación muestra el comportamiento del sistema representado por el modelo. Santa-Catalina (2010) manifiesta que al momento de construir un modelo mental no se busca plasmar la realidad completa, ya que éste sería tan complejo como la misma realidad; lo que se pretende es plasmar parte de la realidad, de tal manera que se consiga una comprensión básica del sistema complejo.

Doyle y Ford (1998), citado por Schaffernicht (2009) sostienen que “un modelo de un sistema dinámico es una representación interna relativamente accesible y duradera, pero limitada, de un sistema externo cuya estructura mantiene la estructura percibida de este sistema”. (p. 20).

Forrester (1997) explica que la dinámica de sistemas construye una comunicación bidireccional entre los modelos mentales y los de simulación. Los modelos mentales son la base para las decisiones del día a día, contienen un gran cúmulo de información, sin embargo la mente humana no es confiable para entender esta acumulación de información en términos de comportamiento; por ello la simulación por computadora es el engrane perfecto de los modelos mentales, tomando la información almacenada mentalmente para desplegar sus consecuencias dinámicas. La traducción de un modelo mental a un modelo de simulación de dinámica de sistemas a traviesa por varias etapas: (1) Un modelo debe ser creado sin inconsistencias lógicas, todas las variables definidas, ninguna variable definida más de una vez y las ecuaciones deben ser inequívocas. (2) Cuando el modelo es simulado el resultado puede

ser absurdo o su comportamiento imposible, cuando esto sucede hay que redefinir el modelo haciendo la estructura más realista y robusta. (3) Como un modelo se vuelve mejor, el comportamiento extraño a menudo no revela errores del modelo, sino que comienza a decir algo acerca de la vida real que no se ha realizado previamente.

Abstraer el mundo real en un modelo para su posterior simulación por computadora, es la idea principal de la modelación con dinámica de sistemas. La abstracción a la cual se hace referencia se consigue mediante el análisis detallado de las partes de un sistema. Este análisis a través de una visión dinámica, permitirá obtener un conocimiento de cómo el sistema ha evolucionado en el tiempo. García (2012) comenta que como característica diferenciadora de otras metodologías, la dinámica de sistemas no pretende predecir detalladamente el comportamiento futuro; sino que a través del estudio del sistema y el ensayo de diferentes políticas sobre el modelo realizado, el conocimiento del mundo real que se tiene se verá enriquecido al comprobarse la consistencia de las hipótesis planteadas y la efectividad de las distintas políticas.

### 2.7.3. Evaluación de políticas de decisión mediante dinámica de sistemas.

“A system dynamics model is a structure of interacting policies. Policies determine day-by-day decisions. As I use the term "policy," it represents all the reasons for action, not just formal written policy”. (Forrester, 1998, p. 3)

La dinámica de sistema es una muy buena metodología al momento de querer evaluar políticas de decisión, ya que es a través de la simulación, que podemos establecer lo que muy probablemente pasará cuando se implementen cada una de las diferentes políticas, ya que en una fracción de tiempo y espacio podemos observar su comportamiento, lo que en la vida real tardaría años. Se entiende por política al conjunto de reglas que gobiernan las decisiones, bajo esta premisa Schaffernicht (2009) afirma que en dinámica de sistema, muchos de nuestros problemas son el resultado de nuestras acciones, dispuestas en el marco de políticas de decisión. Por lo que la meta es hacerlas explícitas, revisarlas y mejorarlas, porque de este modo es posible superar el problema de forma duradera.

Jay Forrester en su obra *Designing the future* asegura que la dinámica de sistemas es muy útil a la hora de entender cómo las políticas afectan al comportamiento. El énfasis se debería poner en el diseño de políticas capaces de producir sistemas con un comportamiento más favorable. Para corroborar lo anterior, se construye un modelo de simulación partiendo de políticas que, a su vez, generen decisiones. El modelo produce corrientes de decisiones controladas por políticas incorporadas a él. Las políticas generan todas las decisiones, paso a paso, a medida que se va desarrollando la simulación. Consiguientemente, si el comportamiento resultante es indeseable, se busca un mejor conjunto de políticas que produzcan una mejora en los resultados.

#### 2.7.4. Modelado.

Sterman (2000) comenta:

Jay Forrester often asks, Who are the most important people in the safe operation of an aircraft? Most people respond, The pilots. In fact, the most important people are the designers. Skilled, well-trained pilots are critical, but far more important is designing an aircraft that is stable, robust under extreme conditions, and that ordinary pilots can fly safely even when stressed, tired, or in unfamiliar conditions. In the context of social and business systems, managers play both roles. They are pilots, making decisions (who to hire, what prices to set, when to launch the new product) and they are designers, shaping the organizational structures, strategies, and decision rules that influence how decisions are made. The design role is the most important but usually gets the least attention. Too many managers, especially senior managers, spend far too much time acting as pilots-making decisions, taking control from subordinates-rather than creating an organizational structure consistent with their vision and values and which can be managed well by ordinary people...

El proceso de modelado consiste en el conjunto de operaciones mediante el cual, tras el oportuno estudio y análisis, se construye el modelo del aspecto de la realidad que resulta problemático. Este proceso, consiste, en esencia, en analizar toda la información de la que se

dispone con relación al proceso, depurarla hasta reducirla a sus aspectos esenciales, y reelaborarla de modo que pueda ser transcrita al lenguaje sistémico. Aracil (1995).

Para el proceso de modelado Sterman (2000) expone lo siguiente, no hay una receta de cocina para el modelado con éxito, hay un procedimiento que se puede seguir para garantizar un modelo útil. El modelado es inherentemente creativo. Modeladores individuales tienen diferentes estilos y enfoques. Sin embargo, todos los modeladores exitosos siguen un proceso disciplinado que implica las siguientes actividades:

1. Articulación del problema a resolver. Esta fase consiste en:
  - a. Seleccionar el tema: Al seleccionar el tema debemos considerar: ¿Cuál es el problema? y ¿Por qué es un problema?
  - b. Variables clave: Cuales son las variables claves y conceptos que deberíamos considerar.
  - c. Tiempo en el horizonte: ¿Qué tan lejos del futuro debemos considerar? y ¿Cuándo inicia la raíz del problema?
  - d. Definición del problema dinámico (modos de referencia): ¿Cuál es el comportamiento histórico de los conceptos y variables claves? y ¿Cuál podría ser su comportamiento en el futuro?
2. Formulación de la hipótesis dinámica.
  - a. Generación de la hipótesis inicial: ¿Cuales son las teorías actuales del comportamiento problemático?
  - b. Enfoque endógeno: Formular una hipótesis dinámica que explique el dinamismo como una consecuencia de la estructura de realimentación.
  - c. Mapeo: Desarrollar mapas de estructura causal basados en la hipótesis inicial, las variable claves, modos de referencias y otros datos disponibles, utilizando herramientas tales como: modelo con diagramas de frontera (boundary), diagramas de subsistemas, diagramas de ciclo causal, mapeo de flujos y stock, diagramas de estructura política y otras herramientas.
3. Formulación de un modelo de simulación:

- a. Especificación de estructuras, reglas de decisión, entre otras.
  - b. Estimación de parámetros, relaciones de comportamiento y condiciones iniciales.
  - c. Pruebas de consistencia
- 4. Pruebas
  - a. Comparación de los modos de referencia: ¿El modelo reproduce el comportamiento problemático para tu propósito?
  - b. Robustez en condiciones extremas: ¿El comportamiento del modelo es realista con pruebas de estrés por condiciones extremas?
  - c. Sensibilidad: ¿Cómo se comporta el modelo con parámetros, condiciones iniciales, modelos de frontera y agregaciones?
- 5. Diseño de políticas y evaluación.
  - a. Especificación de escenarios: ¿Qué condiciones de ambiente pueden surgir?
  - b. Diseño de políticas: ¿Qué nuevas reglas de decisión, estrategias y estructuras pueden ser probados en el mundo real? ¿Cómo van a estar representados en el modelo?
  - c. "¿Qué pasaría si..." Análisis: ¿Cuáles son los efectos de las políticas?
  - d. Análisis de sensibilidad: ¿Cómo es la robustez de las políticas recomendadas en diferentes escenarios y dan incertidumbre?
  - e. Interacciones de las políticas: ¿Cómo interactúan las políticas? ¿hay sinergias o respuestas compensatorias?

El modelado es un proceso de retroalimentación, no una secuencia lineal de pasos. Los modelos atraviesan por constantes repeticiones, continuos cuestionamiento, pruebas y refinamientos.

Para la simulación por computadora del modelo abstraído, en dinámica de sistemas empleamos algunas herramientas de software, a continuación se enlistan algunas de ellas:

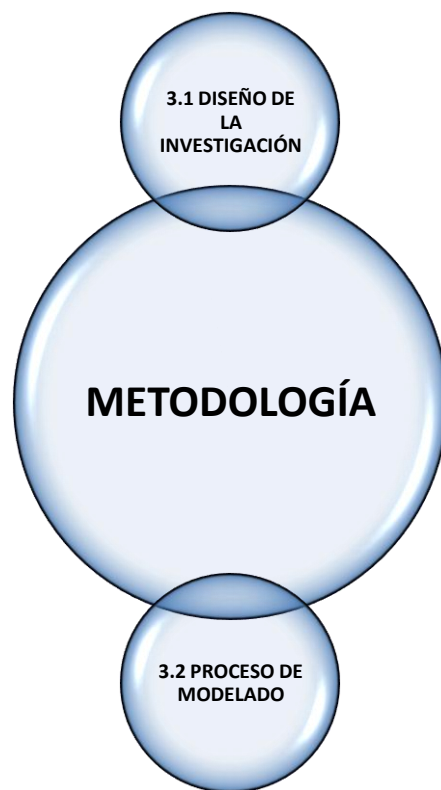
- Professional DYNAMO.
- STELLA y i-think.

- PowerSim.
- VenSim.
- Mosaikk-SimTek.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

---



## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño de la investigación.**

La metodología que se ha seguido en el desarrollo de esta tesis, se divide en tres procesos: la revisión bibliográfica, análisis de los factores que influyen en el desarrollo de un clúster y la construcción del modelo dinámico para la evaluación de políticas.

En lo referente al análisis de la bibliografía, éste ha consistido en la búsqueda de artículos y documentos sobre los diferentes paradigmas implicados en la investigación. Por una parte se han estudiado los trabajos relativos a los clúster y a la dinámica de sistemas. Se ha realizado una minuciosa y extensa revisión bibliográfica de publicaciones científicas referidas a la construcción de modelos dinámicos para evaluación de políticas.

Para la identificación de factores influyentes en un clúster, se adoptó un método cualitativo, ya que éste se considera adecuado para la comprensión de los fenómenos socio-económicos complejos y un enfoque interpretativo desde la perspectiva de dinámica de sistema tal y como lo plantea Lin, Tung y Huang (2006). Tomando como base para este proceso, el análisis de datos de los indicadores del Índice de Competitividad Global (Global Competitiveness Index, GCI por sus siglas en ingles) que publica el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, WEF) y los análisis de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla, proporcionados por grupo SINTONIA, los cuales fueron elaborados bajo la metodología del instituto de Competitividad y Estrategia Harvard-UPAEP que considera los modelos de Michael E. Porter: análisis de las cinco fuerzas, establecimiento de la cadena de valor, elaboración del diamante y construcción del mapa del clúster. Así también se obtuvieron datos de los expertos humanos que forman parte de los clusters antes mencionados. Este último rubro muy importante para la construcción del modelo, ya que como lo menciona Santa Catalina (2010), un modelo dinámico no está predeterminado por un tipo de modelo matemático previo, sino que lo establece un analista dialogando con un experto, por lo que el modelo resultante se basa en el modelo mental que posee el experto sobre el problema, con toda la carga subjetiva que esto implica.

En este mismo sentido Quintero Posso y López Muriel (2010) exponen que en algunos casos la participación de los expertos se lleva a cabo apoyándose en métodos de prospectivas como

el de análisis estructural, que tiene su origen en la abstracción colectiva de un grupo de experto, los cuales debaten en primer lugar para seleccionar y definir las variables que son parte del sistema, en segundo lugar para evaluar la influencia directa que ejerce cada una de las variables sobre las demás y por último el procesamiento de las interrelaciones.

### 3.2. Proceso de modelado.

En cuanto al proceso de modelado en esta tesis, se han seguido las actividades propuestas por Sterman (2000), las cuales se sintetizan continuación:

- ❖ Articulación del problema (La importancia del propósito). La fase más importante del modelado es la articulación del problema. Un propósito claro es el ingrediente más importante para un modelado con éxito. Por supuesto, un modelo con un propósito claro todavía puede ser engañoso, difícil de manejar y difícil de entender. Sin embargo, un propósito claro permite hacerse preguntas que revelen si el modelo es útil para tratar el problema identificado.
- ❖ Formulación de la hipótesis dinámica. Una vez que el problema se ha identificado y caracterizado en un horizonte de tiempo apropiado, los modeladores deben comenzar a desarrollar una teoría, llamada hipótesis dinámica, para tener en cuenta el comportamiento problemático.
- ❖ Formulación de un modelo de simulación. Una vez que se ha desarrollado la hipótesis dinámica inicial, el modelo de frontera, y el modelo conceptual, deben ser probados mediante la simulación.
- ❖ Pruebas. Las pruebas comienzan tan pronto como se escribe la primera ecuación. Lo que se busca con las pruebas es comparar el comportamiento simulado del modelo contra el comportamiento real del sistema. Las pruebas implican mucho más que la repetición de la conducta histórica. Cada variable debe corresponder a un concepto significativo en el mundo real.

- ❖ Diseño de políticas y evaluación. Una vez que se tiene la confianza en la estructura y el comportamiento del modelo construido, se estará en condiciones para diseñar y evaluar las políticas de mejora.

Para la simulación del modelo creado en esta investigación, se utilizó el entorno de simulación dinámica STELLA de ISEE Systems, ya que este entorno computacional proporciona una interfaz gráfica que permite una mejor observación de las variables de un sistema, aunque su uso se encuentra más orientado hacia lo académico.

### 3.2.1. Planteamiento del problema.

El desarrollo de los clusters obedece a múltiples factores, saber cuáles elementos ejercen una mayor influencia en el desarrollo de éstos, requiere de un profundo análisis, sobre todo cuando se hace necesario conocer sus relaciones estructurales y su impacto como condicionantes en el desarrollo de éstos. Comprender el desarrollo de los clusters y la identificación de los factores que lo hacen posible, es el propósito que persigue esta investigación, tal y como fue descrito en el apartado 1.3 y que a continuación queda representado en el diagrama a bloques de la Figura 4, el cual está conformado por dos bloques que condicionan el desarrollo de un clúster.

El primer bloque ofrece un macro entorno constituido a su vez por tres determinantes; el determinante *contexto macroeconómico*, fue considerado ya que, si bien es cierto que la estabilidad macroeconómica aisladamente no puede aumentar la productividad de una nación, si resulta sustancial para los negocios, ya que la economía no puede crecer de manera sostenible a menos que el contexto macroeconómico sea estable. El siguiente determinante es el *contexto político-legal* ya que éste tiene la facultad de garantizar la igualdad de condiciones, mejorar la confianza empresarial y a través de lineamientos políticos reforzar la competitividad y por último el determinante *contexto social*, el cual agrupa factores referentes a la actitud, ética y valores, factores necesarios para impulsar las relaciones de cooperación en el clúster. Estos tres determinantes van a soportar y producir las condiciones adecuadas para impulsar el siguiente bloque.

El bloque dinamismo del diamante de Porter, va a proveer un entorno microeconómico basado en las estrategias que desarrollan las empresas, tomando en cuenta la calidad del entorno bajo el cual están compitiendo; el bloque dinamismo del Diamante de Porter está compuesto por los *determinantes condiciones de los factores, condiciones de la demanda, industrias relacionadas y de soporte y estrategia, estructura y rivalidad*, estos cuatro determinantes se interrelacionan, en donde cada uno de ellos afecta al resto, conformando de esta manera un sistema dinámico auto-reforzante, que condicionan el desarrollo de un clúster industrial. Todos estos elementos se identificaron y organizaron mediante los análisis efectuados y las diferentes entrevistas realizadas a expertos integrantes de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla.

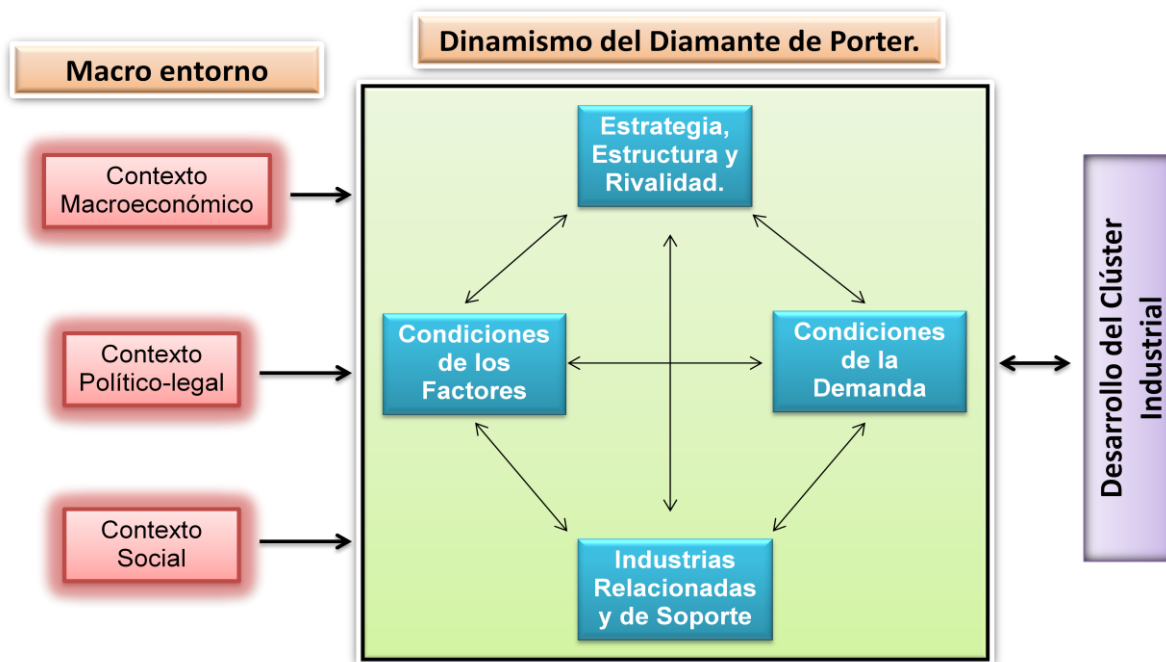


Figura 5. Diagrama a bloques del desarrollo de un clúster.

Por lo anterior, es que se propone un modelo dinámico que sirva como herramienta a los tomadores de decisión, para simular el efecto de políticas o iniciativas de acción que impulsen el desarrollo de los clusters.

### 3.2.2. Formulación de la hipótesis dinámica.

Partiendo del propósito de esta investigación, el cual fue representado en el diagrama a bloques mostrado como Figura 5, se formulará la hipótesis dinámica. Ésta se establecerá tomando como base las relaciones existentes entre los determinantes y los factores que condicionan el desarrollo de un clúster, tal y como se muestra en la Figura 6.

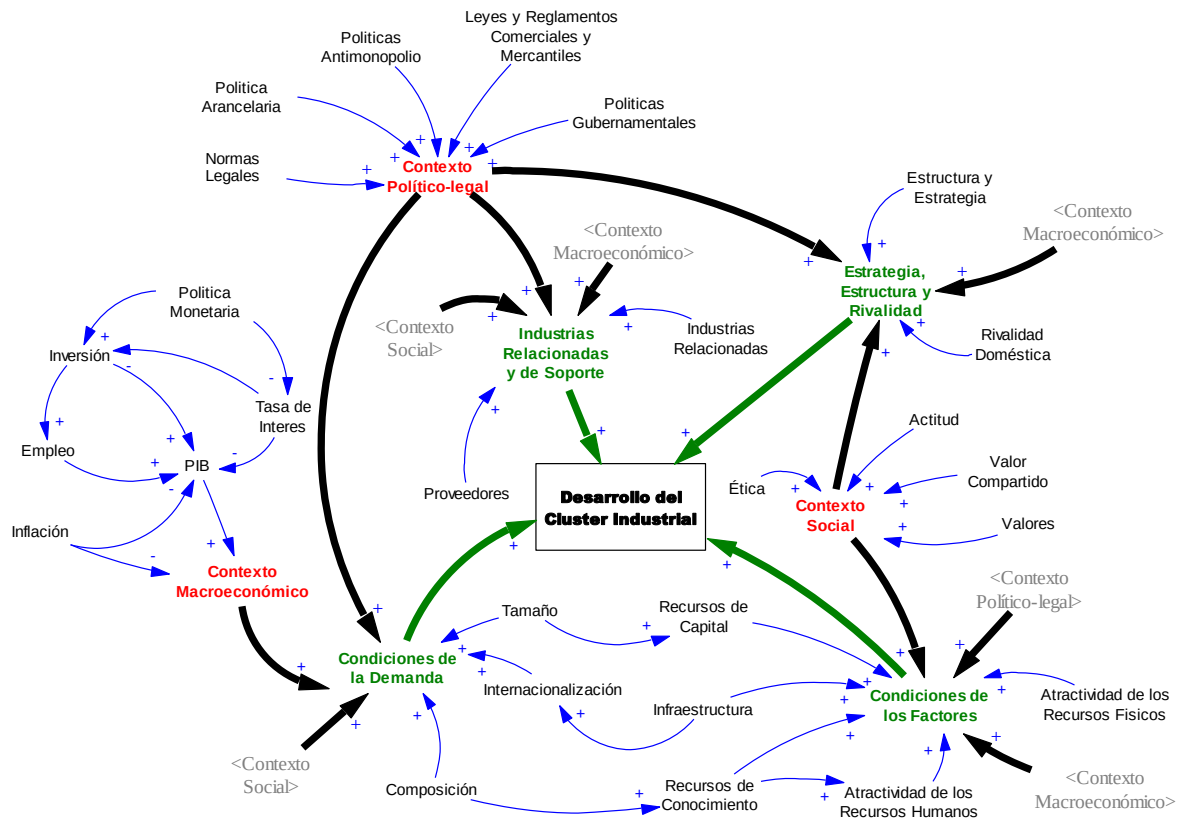


Figura 6. Determinantes y Factores que condicionan el desarrollo de un clúster.

Como se puede observar en la figura anterior, el desarrollo del clúster es estimulado en gran medida por los determinantes microeconómicos que dan forma a la competitividad de un clúster, bloque representado por el dinamismo del diamante de Porter. Sin embargo para que estos determinantes propicien un entorno dinámico y estimulante que impulse el desarrollo de un clúster, se hace necesario contar con un ambiente propicio en los determinantes del bloque macro entorno. Cada determinante es influenciado por un conjunto de factores. Es así que los factores de: infraestructura, recursos de capital, recursos de conocimiento, atractividad de los

recursos físicos, atraktividad de los recursos humanos y los determinantes del macro entorno contexto macroeconómico, político-legal y social, ejercen una influencia en el determinante condiciones de los factores; composición, tamaño, internacionalización y el macro entorno influncian a las condiciones de la demanda; industrias relacionadas, proveedores y el macro entorno al determinante industria relacionadas y de soporte; estructura y estrategia y rivalidad domestica al determinante estrategia, estructura y rivalidad, además de la influencia ejercida por los determinantes del macro entorno.

Una vez identificados los factores que ejercen influencia en los determinantes que impulsan el desarrollo de un clúster, el diagrama causal de la Figura 7 ilustra el comportamiento del dinamismo del diamante de Porter y su influencia en el desarrollo del clúster, bloque base en la construcción del modelo de simulación que en esta investigación se desarrolla.

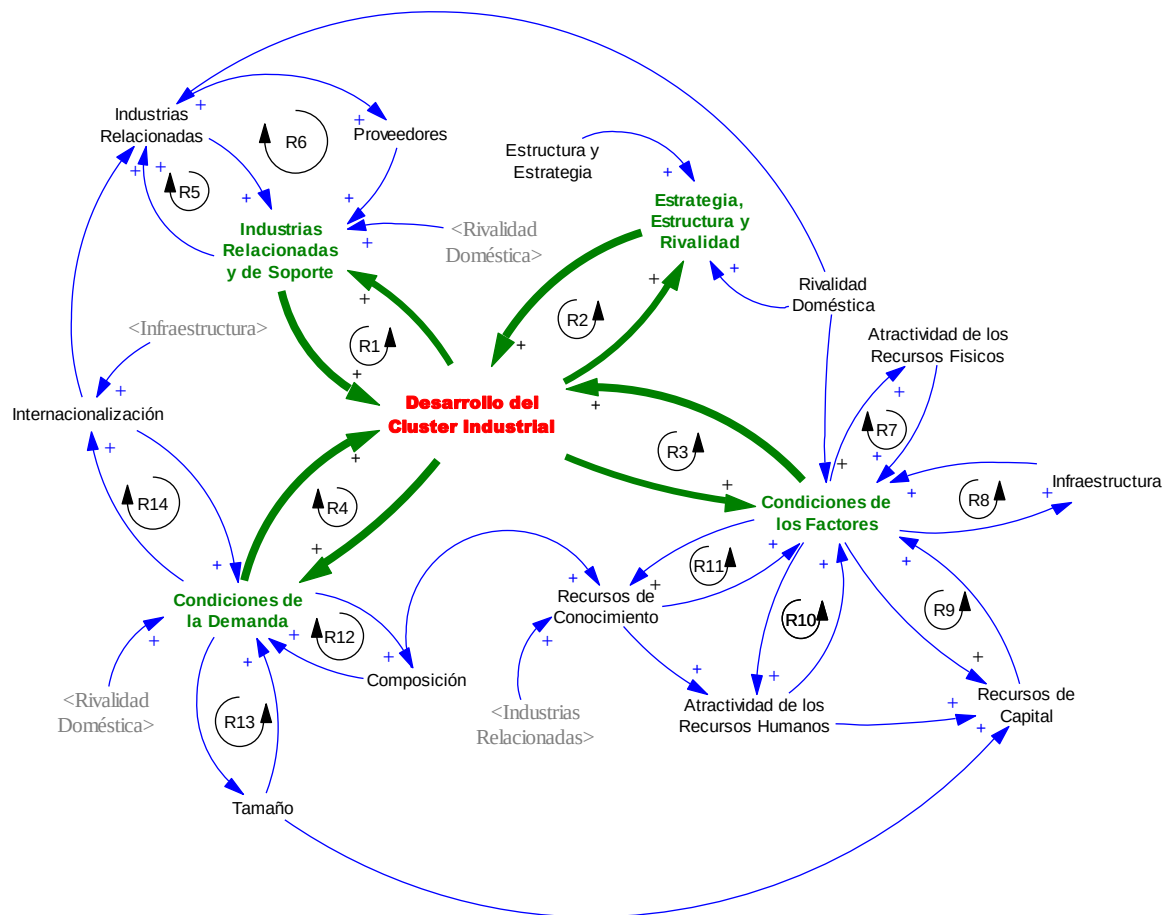


Figura 7. Diagrama causal del dinamismo del diamante de Porter.

En este diagrama se pueden identificar bucles de realimentación, los cuales y como lo menciona Schaffernicht (2009) son el bloque de construcción mas importante en dinámica de sistemas. Se identifican 13 bucles de reforzamiento, lo que nos indica un comportamiento dinámico del sistema, a continuación se describen sus comportamientos:

Bucle de refuerzo **(R1)**. Dado por la relación industrias relacionadas y de soporte y desarrollo del clúster y en el que se puede observar un reforzamiento positivo, ocasionado por el siguiente comportamiento: un incremento en las industrias relacionadas y de soporte incide en que mayor sea el desarrollo del clúster y viceversa a mayor desarrollo del clúster habrá un incremento de las industrias relacionadas y de soporte.

Bucle de refuerzo **(R2)**. Éste bucle exhibe el siguiente comportamiento: una estrategia, estructura y rivalidad fuerte propicia el desarrollo del clúster y un desarrollo clúster crea las condiciones para una vigorosa estrategia, estructura y rivalidad de las empresas del clúster.

Bucle de refuerzo **(R3)**. De igual manera que los bucles anteriores, éste presenta un refuerzo positivo dado por la relación, si existen condiciones de los factores entonces mayor será el desarrollo del clúster y un mejor desarrollo del clúster requiere de una abundancia en los factores.

Bucle de refuerzo **(R4)**. Un incremento en las condiciones de la demanda estimula el desarrollo del clúster y un desarrollo próspero exige una sofisticación en las condiciones de la demanda.

Bucle de refuerzo **(R5)**. Si las industrias relacionadas y de soporte crecen, se impulsa la adhesión de nuevas industrias relacionadas, se puede percibir un mutuo reforzamiento.

Bucle de refuerzo **(R6)**. El comportamiento exhibido en este bucle es el siguiente: si las industrias relacionadas y de soporte prosperan, se estimula la creación de industrias relacionadas, lo que a su vez son requeridos más proveedores, el incremento en proveedores trae como consecuencia un aumento en las industrias relacionadas y de soporte.

Bucle de refuerzo **(R7)**. Éste bucle presenta el siguiente comportamiento: una atractividad en los recursos físicos mejora sustancialmente las condiciones de los factores y estas condiciones serán favorables en medida de que tan atractivos son sus recursos.

Bucle de refuerzo **(R8)**. Las variables que se relacionan en este bucle, determinante condiciones de los factores y factor infraestructura, presenta la interrelación positiva: a mayor infraestructura disponible se propician mejores condiciones de los factores, lo que a su vez, esta prosperidad dada en las condiciones requiere de más infraestructura disponible.

Bucle de refuerzo **(R9)**. Una diversidad en los recursos de capital hace atractivo las fuentes de financiamiento, lo que conlleva a tener mejores condiciones de los factores y este progreso a su vez requiere más diversidad de recursos de capital.

Bucle de refuerzo **(R10)**. Una eficiencia y flexibilidad de los recursos humanos mejora las condiciones de los factores y como consecuencia se demanda una fuerza laboral de calidad.

Bucle de refuerzo **(R11)**. Recursos de conocimiento calificados que den soporte a la producción de bienes y servicios, propicia mejores condiciones de los factores y ésta prosperidad en las condiciones a su vez demandara un acrecentamiento en los recursos de conocimientos.

Bucle de refuerzo **(R12)**. Denota la relación composición de la demanda interior y condiciones de la demanda, donde una composición segmentada, compradores sofisticados y la anticipación de las necesidades de los compradores, exhibe mejores condiciones en la demanda interior. Por lo que condiciones favorables en la demanda interior, requiere de una composición avanzada.

Bucle de refuerzo **(R13)**. Se percibe un mutuo reforzamiento, dado por la relación un aumento en el tamaño de la demanda interior exige mejores condiciones de la demanda.

Bucle de refuerzo **(R14)**. Una internacionalización de la demanda interior insta a deseables condiciones de la demanda y viceversa condiciones de calidad en la demanda incrementa la internacionalización.

Por el alcance en esta tesis y su importancia en el desarrollo de un clúster, las condiciones de los factores será el determinante a modelar, la Figura 8 ilustra el diagrama causal de dicho determinante.

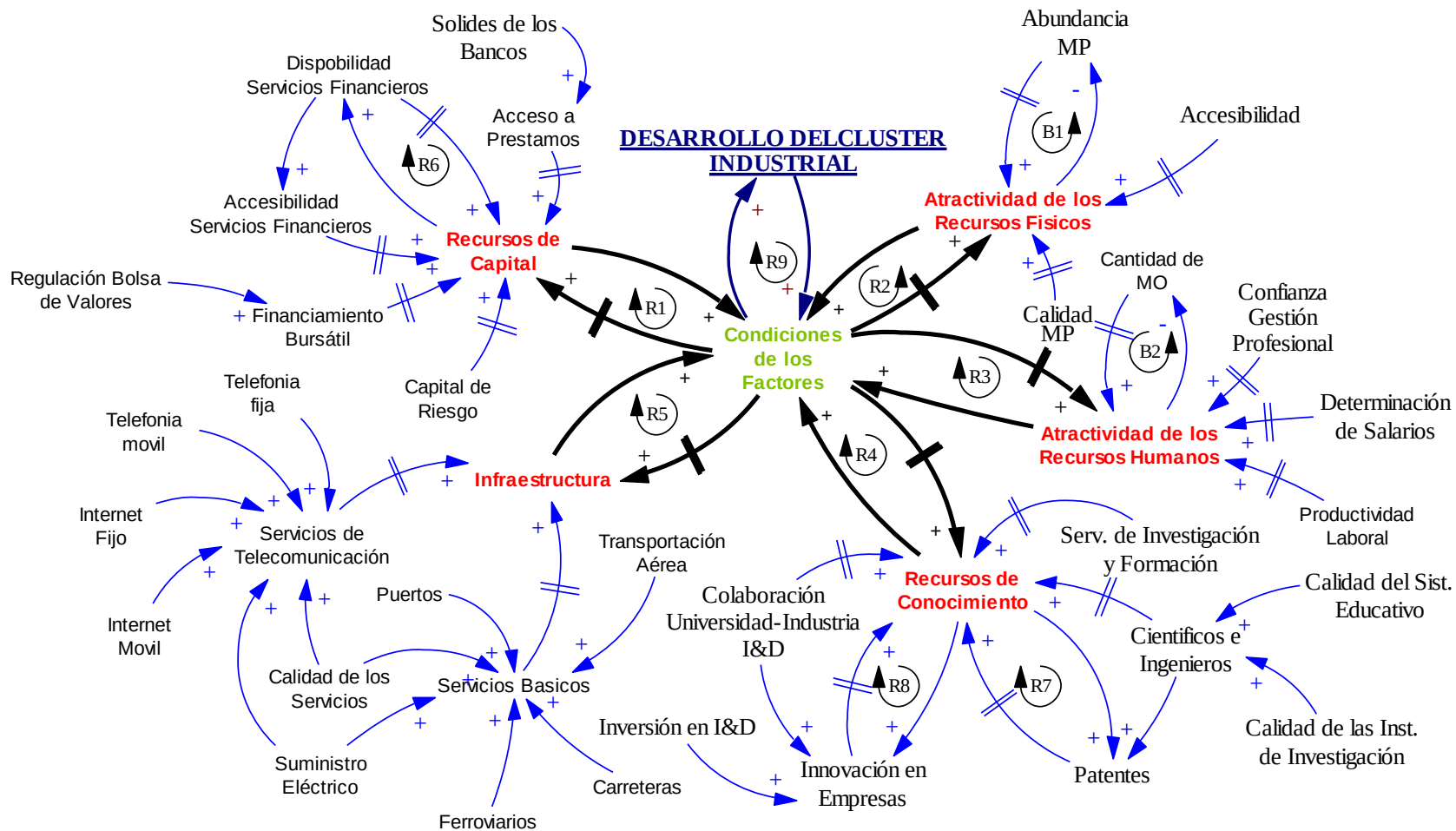


Figura 8. Diagrama causal del determinante condiciones de los factores.

El diagrama causal del determinante condiciones de los factores, puede ser interpretado de la siguiente manera. En el factor **Infraestructura** se identifican las variables: puertos, transportación aérea, carreteras, ferroviarios y suministro eléctrico que forman parte de los servicios básicos, así también las variables internet fijo, internet móvil, telefonía fija y telefonía móvil que conforman los servicios de telecomunicación y la variable calidad de los servicios, todas ellas impactando positivamente a este factor. El factor **Recursos de Capital** presenta las siguientes variables: Disponibilidad y accesibilidad de los servicios financieros, capital de riesgo, financiamiento bursátil, regulación de la bolsa de valores, acceso a préstamos y solidez de los bancos; en este factor se identifica el bucle de reforzamiento positivo **(R6)**, el cual muestra la relación servicios financieros-recursos de capital, donde una disponibilidad en los servicios financieros se traduce en más recursos de capital disponibles y a más recursos es necesario un aumento de los servicios financieros. Factor **Recursos de Conocimiento** relaciona las variables servicios de investigación y formación, científicos e ingenieros, patentes, innovación en las empresas y la colaboración en I&D entre universidades y el sector productivo; en este factor se identifican los bucles de reforzamiento **(R7)** y **(R8)**, el bucle **(R7)** denota la relación, una dotación fuerte de recurso de conocimiento resulta en un aumento de patentes, por lo que más invenciones demanda un incremento en los recursos de conocimiento; el bucle **(R8)** exhibe el siguiente comportamiento: un incremento en la innovaciones de las empresas requerirá de un gran número de recursos de conocimientos y una gran cantidad recursos de conocimiento disponibles resulta en más innovaciones en las empresas. En los factores **Atractividad de los Recursos Físicos** y **Atractividad de los Recursos Humanos** se identifican los bucles **(B1)** y **(B2)** respectivamente, los cuales son bucles de balance o equilibrio y tienen la función de estabilizar el sistema; el bucle **(B1)** lo conforman abundancia de la materia prima y atractividad de los recursos físicos, presenta el siguiente comportamiento: si hay abundancia de materia prima entonces lo recursos físicos son más atractivos, sin embargo una mayor disponibilidad de recursos físicos, hará que las materias primas disminuyan; el bucle **(B2)**, presenta el siguiente comportamiento: Una gran cantidad de mano de obra hace atractivo los recursos humanos, sin embargo una mayor disponibilidad de recursos humanos, la cantidad de mano de obra disminuirá. Así también, en el diagrama causal se identifican los bucles **(R1)**, **(R2)**, **(R3)**, **(R4)** y **(R5)** que crean un mutuo reforzamiento,

ejerciendo una influencia positiva entre cada uno de los factores y el determinante condiciones de los factores; de la misma manera en el bucle **(R9)** se identifica un mutuo reforzamiento con una influencia positiva entre el determinante ***condiciones de los factores*** y el ***Desarrollo del Clúster Industrial***.

Una vez que se describieron los determinantes y factores, así como la influencia que ejercen como condicionantes en el desarrollo de un clúster, se plante la siguiente hipótesis dinámica:

"En qué medida los determinantes y factores del dinamismo del diamante de Porter y el macro entorno, ejercen influencia como condicionantes en el desarrollo de un clúster industrial".

Para la formulación del modelo de simulación del diagrama causal de la Figura 8, éste será abordado a detalle en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 4

### MODELO DE SIMULACIÓN

---



## CAPÍTULO 4. MODELO DE SIMULACIÓN.

En el presente capítulo se describirá el modelo de simulación contextualizado en ésta tesis, que en este caso y como se ha mencionado en el capítulo 3, dicho modelo se limita a simular el comportamiento del determinante **condiciones de los factores** que forma parte del *bloque dinamismo del diamante de Porter* y que ejerce influencia en el desarrollo de un clúster. Para una mejor explicación y entendimiento del mismo, se abordará por separado cada factor que ejerce influencia sobre dicho determinante, describiendo sus correspondientes variables, su diagrama causal, diagrama de Forrester y validando la confianza de la arquitectura. Para finalizar éste apartado, una vez que fueron descritos cada uno de los factores que influyen en el determinante a modelar, se presenta el Diagrama de Forrester que simula el comportamiento integrado del modelo.

### 4.1 Submodelo Infraestructura.

Porter (1990) sostiene que la infraestructura se refiere a:

El tipo, calidad y coste para los usuarios de la infraestructura disponible y que afecta a la competencia; con inclusión del sistema de transporte, de la red de comunicaciones, los servicios postales, de mensajería y paquetería, los métodos de pago o de transferencia de fondos, la asistencia sanitaria y muchos más. (p.115).

La Tabla 1 describe cada una de las variables que definen el Submodelo Infraestructura.

Tabla 1. Variables Submodelo Infraestructura.

| Variables                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Condiciones de los Factores | Variable de nivel que expresa la cuantía de factores de producción con que cuenta una región. Se mide en nivel de desarrollo y sus valores oscilan entre 1 y 7 tal como lo propone el Reporte de Competitividad Global (WEF, 2013), donde 1 significa muy poco desarrollado-entre las peores del mundo y 7 extensa y suficiente-entre las mejores del mundo, puntuación utilizada para |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | medir cada indicador en dicho reporte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Infraestructura      | Variable de nivel que especifica la infraestructura disponible en una región. Se mide en nivel de desarrollo y sus valores oscilan entre 1 y 7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Servicios Básicos    | Variable auxiliar que define la tasa de crecimiento promedio de las variables Puertos, Transportación aérea, Carreteras, Ferroviarios, Suministro Eléctrico y Calidad de los Servicios. Se mide en tasa de crecimiento anual que oscilará entre 0 y 1, donde 0 significa que no hay crecimiento y 1 representa la tasa de crecimiento máxima. Ésta tasa de crecimiento de cada elemento, se obtiene en base a la información histórica de desarrollo de cada elemento presentada en los Reportes de Competitividad Global (WEF, 2008-2009 a 2013-2014). |
| Puertos              | La variable auxiliar puertos es referida a la suficiencia, accesibilidad y calidad de la infraestructura portuario de una región. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Transportación Aérea | Variable auxiliar que considera la suficiencia, accesibilidad y calidad en la infraestructura de transportación aérea de una región. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Carreteras           | Variable auxiliar que considerara que tan extensas y eficientes son las carreteras en una región. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ferroviarios         | Variable auxiliar que considera si el sistema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | ferroviario de una región es suficiente, accesible y de calidad. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                                   |
| Suministro Eléctrico          | Variable auxiliar que modela la fiabilidad del suministro eléctrico (interrupciones y fluctuaciones). Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                              |
| Calidad de los Servicios      | Variable auxiliar que considera en general la calidad de los servicios básicos y de telecomunicación. Se mide en tasa de crecimiento anual, sus valores oscilan entre 0 y 1.                                                                                         |
| Servicios de Telecomunicación | Variable auxiliar que define la tasa crecimiento promedio de las variables Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Internet Fijo, Internet Móvil, Suministro Eléctrico y Calidad de los Servicios. Al igual que los servicios básicos se mide en tasa de crecimiento anual. |
| Telefonía Fija                | Variable auxiliar que considera el número de líneas telefónicas fijas activas. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                     |
| Telefonía Móvil               | Variable auxiliar que considera el número de suscripciones de de telefonía móvil. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                  |
| Internet Fijo                 | Variable auxiliar que considera las suscripciones de internet de banda ancha fija. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.                                                                                                 |
| Internet Móvil                | Variable auxiliar que considera las suscripciones                                                                                                                                                                                                                    |

de internet de banda ancha móvil. Se mide en tasa de crecimiento anual y su rango de valores puede ser entre 0 y 1.

#### 4.1.1. Diagrama Causal de Infraestructura.

En la Figura 9 se ilustra el diagrama causal que muestra la estructura y las relaciones causales del **Submodelo Infraestructura**, en el se observa como la variable *Servicios Básicos* que es influenciada positivamente por las variables Puertos, Transportación Aérea, Carreteras, Ferroviarios, Suministro Eléctrico y Calidad de los Servicios, y la variable *Servicios de Telecomunicación* que es influenciada por las variables Telefonía Fija, Telefonía Móvil, Internet Fijo, Internet Móvil, Suministro Eléctrico y Calidad de los Servicios, ejercen una influencia positiva sobre el factor infraestructura y éste a su vez ejerce una influencia positiva sobre el determinante condiciones de los factores y viceversa creando así un mutuo reforzamiento, bucle **(R5)**. Éstas relaciones positivas puede ser interpretadas de la siguiente manera: un aumento en la suficiencia y calidad de los servicios básicos y de telecomunicación aumenta la infraestructura, un crecimiento en la infraestructura propicia mejores condiciones de los factores y ésta prosperidad en las condiciones a su vez requerirá un acrecentamiento de la infraestructura disponible.

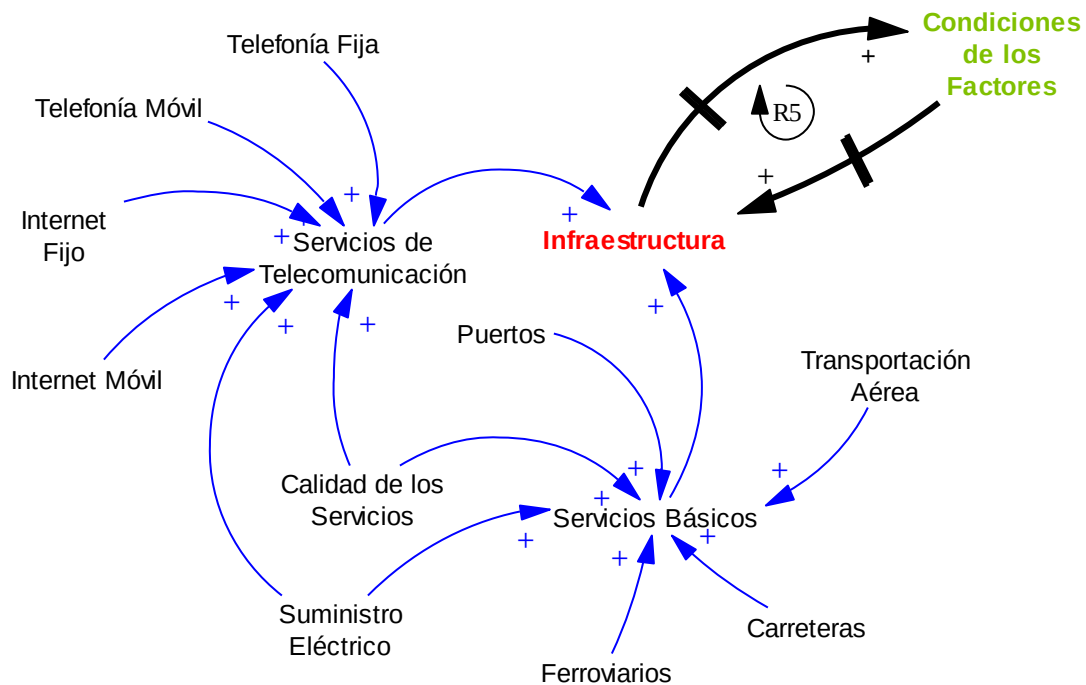


Figura 9. Diagrama causal de Infraestructura.

#### 4.1.2. Diagrama de Forrester de Infraestructura.

A continuación se muestra el Diagrama de Forrester del submodelo Infraestructura, el cual es la traducción del diagrama causal de la Figura 9, en el se presentan las siguientes relaciones: las variables Servicios Básicos y Servicios de Telecomunicación influyen positivamente a la variable de flujo de entrada de la variable de nivel Infraestructura, de igual manera la variable de nivel Condiciones de los Factores está influyendo positivamente a dicha variable de flujo de entrada. También se observa a la variable de nivel Infraestructura influir positivamente a la variable de flujo de entrada de Condiciones de los Factores.

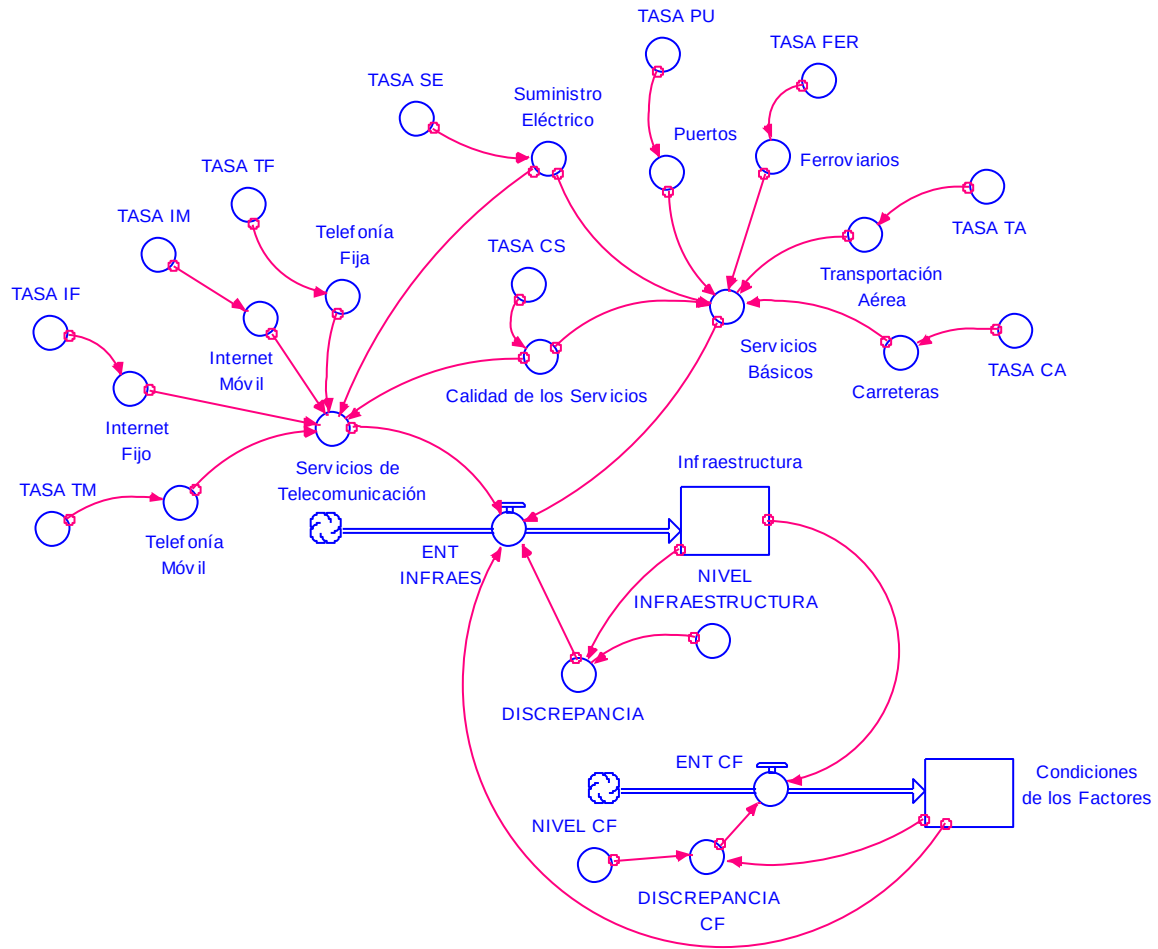


Figura 10. Diagrama de Forrester de Infraestructura.

#### 4.1.3. Ecuaciones Matemáticas.

A continuación se definen las ecuaciones matemáticas del Submodelo Infraestructura:

La variable auxiliar Servicios Básicos presenta la siguiente ecuación:

$$SB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Donde:

SB= Servicios Básicos.

$x_i$  = Elementos que conforman los servicios básicos de una región, y son representados por una tasa de crecimiento anual.

La ecuación de Servicios de telecomunicación es:

$$ST = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (2)$$

Donde:

ST= Servicios de Telecomunicación.

$y_i$  = Elementos que conforman los Servicios de telecomunicación de una región, y son representados por una tasa de crecimiento anual.

Como se observa en el Diagrama Causal de la Figura 9, tanto los Servicios Básicos como los Servicios de Telecomunicación influyen positivamente a la Infraestructura, de igual manera las Condiciones de los Factores influyen positivamente a dicha variable. Por lo que la ecuación de Infraestructura es la siguiente:

$$\text{Infraestructura}(t) = \text{Infraestructura}(t_0) + \int_0^t \text{ENT INFRAES} * dt \quad (3)$$

donde:

ENT INFRAES = Es el suavizamiento exponencial de la entrada de Servicios básicos, Servicios de telecomunicación y las Condiciones de los factores.

Así también se observa, que la Infraestructura influye positivamente a las Condiciones de los Factores. La ecuación de Condiciones de los Factores se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Condiciones de los Factores}(t) = \text{Condiciones de los Factores}(t_0) + \int_0^t \text{ENT CF} * dt \quad (4)$$

donde:

ENT CF = Es la entrada exponencial de la influencia que ejerce la Infraestructura.

#### 4.1.4. Pruebas de Validación.

Para validar el diagrama causal de infraestructura, se simulará el diagrama de Forrester de infraestructura presentado en el apartado 4.1.2, lo que permitirá evaluar si el comportamiento de dicho diagrama es el esperado.

##### 4.1.4.1. Comportamiento Simulado.

Para la validación del comportamiento del submodelo infraestructura, se utilizará el software STELLA ® , por lo cual se ha definido en años la unidad de tiempo, durante 20 años.

En la Figura 11 se puede observar el comportamiento del submodelo infraestructura, los valores iniciales y resultados obtenidos en la simulación se presentan en las Tablas 2 y 3 respectivamente, mismos que pueden ser cotejados en dichas Figuras. Con base a los resultados obtenidos de la simulación, podemos decir que hay una correspondencia entre el comportamiento simulado y lo esperado. Ya que un aumento en las tasas de crecimiento de Servicios Básicos y de Servicios de Telecomunicación impacta positivamente en la Infraestructura, sin embargo un estancamiento en éstas tasas propicia que no haya crecimiento en la Infraestructura; un impacto positivo en la Infraestructura a su vez propicia un acrecentamiento de las Condiciones de los Factores. Este comportamiento observado es aproximadamente exponencial, ya que al cabo de un tiempo el crecimiento en el nivel de desarrollo comienza a estabilizarse, esto debido a la cercanía con el nivel máximo de desarrollo (7); al alcanzar esta etapa de madurez el crecimiento se mantiene estable.

Tabla 2. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Infraestructura.

| Variables                   | Valores Iniciales |
|-----------------------------|-------------------|
| Condiciones de los Factores | 3.3               |
| Infraestructura             | 3.2               |
| Puertos                     | 0.02              |
| Transportación Aérea        | 0.03              |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Carreteras               | 0.03 |
| Ferrovianos              | 0.03 |
| Suministro Eléctrico     | 0.03 |
| Calidad de los Servicios | 0.03 |
| Telefonía Fija           | 0.03 |
| Telefonía Móvil          | 0.03 |
| Internet Fijo            | 0.02 |
| Internet Móvil           | 0.02 |

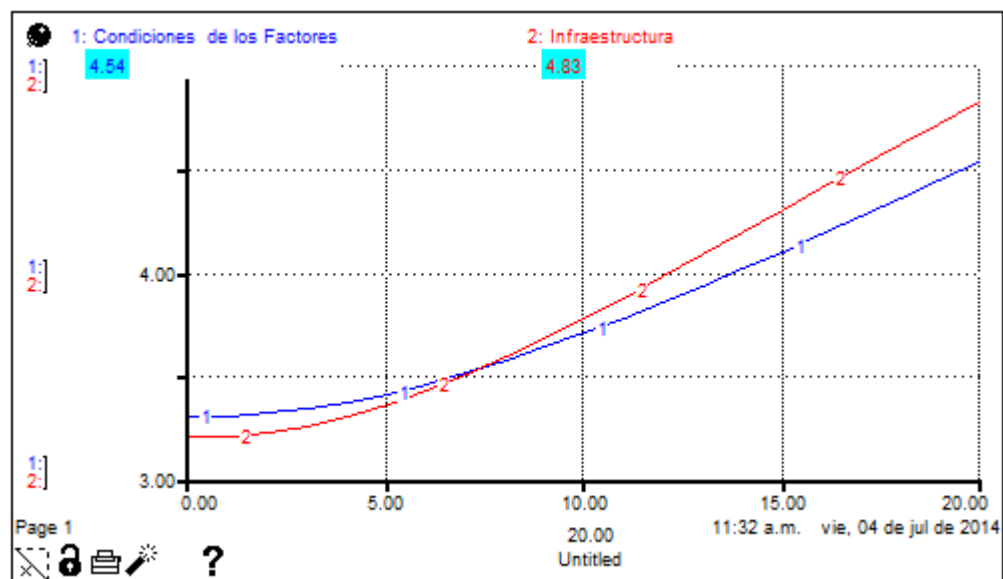


Figura 11. Comportamiento Submodelo Infraestructura.

Tabla 3. Resultados de la simulación del Submodelo Infraestructura.

|                             | 1: Condiciones de los Factores | 2: Infraestructura |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| <b>Resultados (20 años)</b> | 4.54                           | 4.83               |

#### 4.2 Submodelo Recursos de Conocimiento.

En cuanto a recursos de conocimiento, Porter (1990) considera todos aquellos conocimientos científicos, técnicos, y de mercado que dan soporte a la producción de bienes y servicios. Estas fuentes de conocimientos suelen encontrarse en: universidades, institutos de investigación públicos o privados, instituciones oficiales de estadística, obras científicas y empresariales, informes, bases de datos, entre otras. La Tabla 4 describe las variables definidas para éste submodelo.

Tabla 4. Variables Submodelo Recursos de Conocimiento.

| Variables                                 | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recursos de Conocimiento                  | Variable de nivel que especifica los recursos de conocimiento disponibles en una región. Se mide en nivel de desarrollo (1 a 7).                                                                                                                                                          |
| Innovación en Empresas                    | Variable auxiliar que expresa la capacidad de innovación en las empresas de una región. Viene influenciada por las variables Colaboración Universidad-Industria en I&D e Inversión en I&D que condicionan ésta innovación de las empresas. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1. |
| Colaboración Universidad-Industria en I&D | Variable auxiliar que define la colaboración en investigación y desarrollo entre las universidades y el sector industrial de una región, su medición está dada en tasa de crecimiento anual de 0 a 1.                                                                                     |
| Inversión en I&D                          | Variable auxiliar que expresa la inversión que las empresas de la región realizan en investigación y desarrollo. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1.                                                                                                                           |
| Serv. de Investigación y Formación        | Variable auxiliar que expresa que tanta disponibilidad hay en una región de servicios de investigación y formación. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0                                                                                                                             |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | a 1.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Patentes                              | La variable auxiliar Patentes, expresa el incremento en número de patentes en una región. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1.                                                                                                                                  |
| Científicos e Ingenieros              | Variable auxiliar que indica la disponibilidad de científicos e ingenieros en una región. Ésta disponibilidad viene condicionada por la influencia de Calidad del Sist. Educativo y Calidad de las Inst. de Investigación. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1. |
| Calidad del Sist. Educativo           | Variable auxiliar que define la calidad del sistema educativo de una región. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1.                                                                                                                                               |
| Calidad de las Inst. de Investigación | Variable auxiliar que define la calidad de las instituciones de investigación de una región. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1.                                                                                                                               |

#### 4.2.1. Diagrama Causal de Recursos de Conocimiento.

El diagrama causal de la Figura 12 se muestra la estructura y las relaciones causales del **Submodelo Recursos de Conocimiento**, en el se observa como las variables: Innovación en Empresas, Colaboración Universidad-Industria I&D, Serv. de Investigación y Formación, Patentes y Científicos e Ingenieros ejercen influencia positiva en el incremento de los recursos de conocimiento, éste aumento a su vez propicia mejores condiciones de los factores y mejores condiciones requerirá de más recursos de conocimientos (bucle **(R4)**). Se observa también un comportamiento de crecimiento de las variables Patentes e Innovación en Empresas, propiciado por el mutuo reforzamiento entre éstas variables y la variable Recursos de Conocimientos, bucles **(R7)** y **(R8)**.

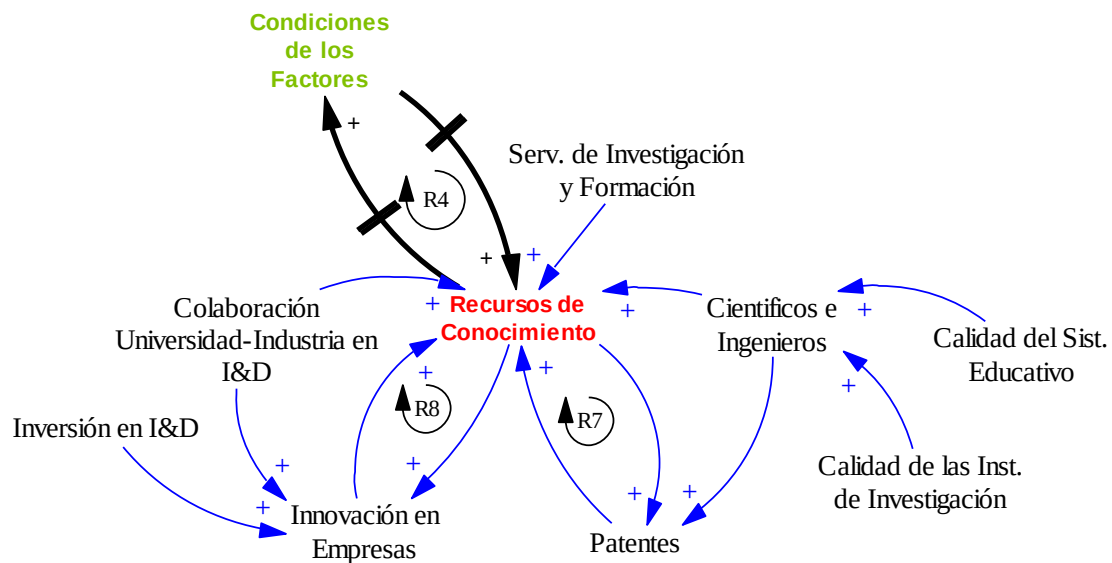


Figura 12. Diagrama causal de Recursos de Conocimiento.

#### 4.2.2. Diagrama de Forrester de Recursos de Conocimiento.

La Figura 13 ilustra el Diagrama de Forrester del Submodelo Recursos de Conocimiento, el cual es la traducción del diagrama causal de la Figura 12, en el se presentan las siguientes relaciones: las variables Patentes, Innovación en Empresas, Inversión en I&D, Colaboración Universidad-Industria en I&D, Serv. de Investigación y Formación y Científicos e Ingenieros influyen positivamente a la variable de flujo de entrada de la variable de nivel Recursos de Conocimiento, de igual manera la variable de nivel Condiciones de los Factores está influyendo positivamente a dicha variable de flujo de entrada. También se observa a la variable de nivel Recursos de Conocimiento influir positivamente a la variable de flujo de entrada de Condiciones de los Factores.

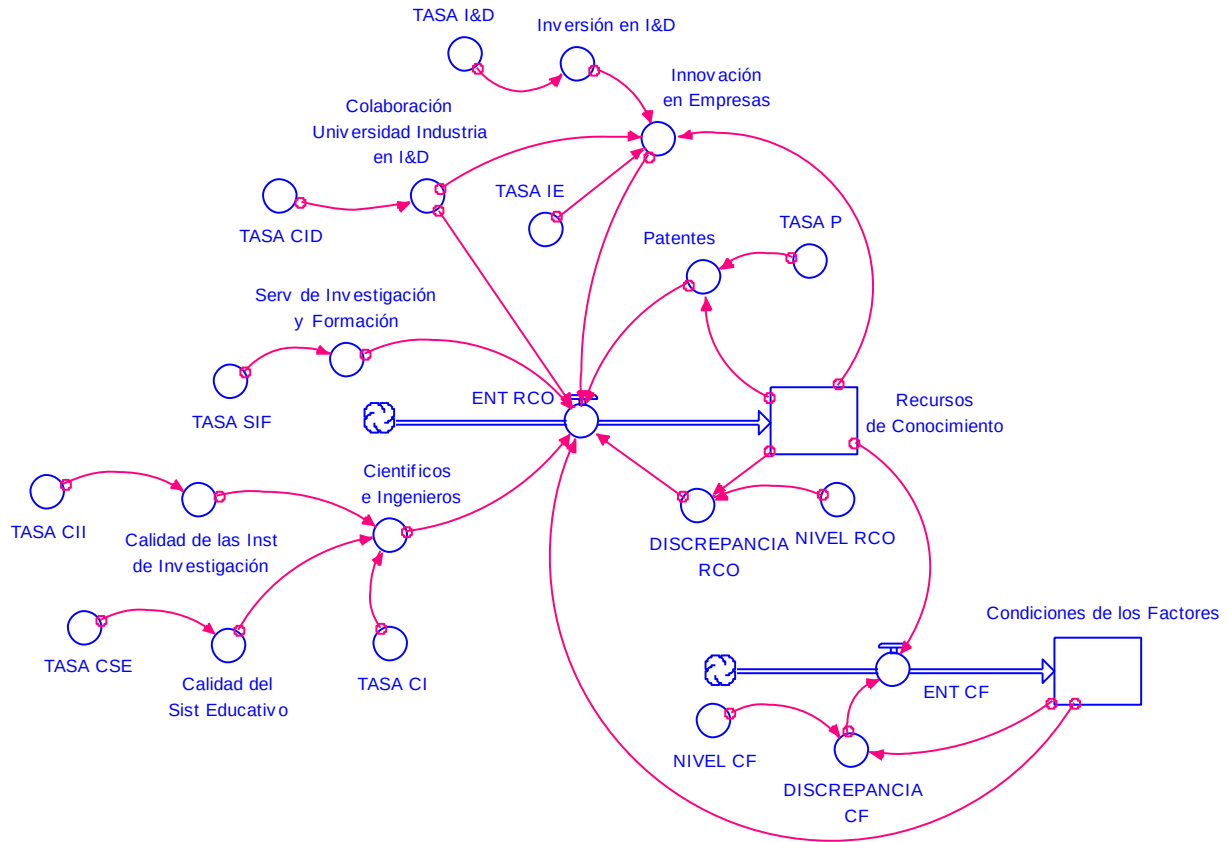


Figura 13. Diagrama de Forrester de Recursos de Conocimiento.

#### 4.2.3. Ecuaciones Matemáticas.

Las ecuaciones matemáticas que definen el Submodelo Recursos de Conocimiento, son las siguientes:

La variable auxiliar Innovación en Empresas, la cual promedia las tasas de crecimientos de las variables que influyen en la innovación de las empresas, se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$IE = \frac{1}{n} \sum (TIE + CUI \& ID + (RC / 100)) / 3 \quad (5)$$

Donde:

IE= Innovación de Empresas.

TIE= Tasa de crecimiento anual de IE.

CUI&ID= Tasa de crecimiento de la Colaboración Universidad-Industria en I&D

II&D=Tasa de crecimiento de Inversión en I&D

RC= Recursos de Conocimiento, se divide entre 100 para convertirlo en una tasa de crecimiento, ya que su medición viene dada en nivel de desarrollo.

La variable auxiliar Científicos e Ingenieros concentra el promedio de las tasas de crecimientos de las variables que ejercen influencia para la formación de científicos e ingenieros de calidad. Su ecuación matemática es la siguiente:

$$CI = \frac{1}{n} \sum (TIE + CII + CSE) / 3 \quad (6)$$

Donde:

CI= Científicos e Ingenieros.

TIE= Tasa de crecimiento anual de CI.

CII= Tasa de crecimiento de la Calidad de las Inst. de Investigación.

CSE=Tasa de crecimiento de la Calidad del Sist. Educativo.

Como se ilustra en el Diagrama Causal de la Figura 13, tanto la Innovación en Empresas como los Científicos e Ingenieros, así como las Patentes, la Colaboración Universidad-Industria en I&D y los Serv. de Investigación y Formación influyen positivamente a los Recursos de Conocimiento, de igual manera las Condiciones de los Factores influyen positivamente a dicha variable. Por lo que la ecuación matemática de Recursos de Conocimiento es:

$$\text{Recursos de Conocimiento}(t) = \text{Recursos de Conocimiento}(t_0) + \int_0^t \text{ENT RCO} * dt \quad (7)$$

donde:

ENT RCO = Es el suavizamiento exponencial de la entrada de Científicos e Ingenieros, Colaboración Universidad-Industria en I&D, Innovación en Empresas, Patentes, Serv. de Investigación y Formación y las Condiciones de los factores.

Así también se ilustra, que los Recursos de Conocimiento influyen positivamente a las Condiciones de los Factores, la cual expresa la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Condiciones de los Factores}(t) = \text{Condiciones de los Factores}(t_0) + \int_0^t \text{ENT CF} * dt \quad (8)$$

donde:

ENT CF = Es la entrada exponencial de la influencia que ejercen los Recursos de Conocimiento.

#### 4.2.4. Pruebas de Validación.

La validación del Diagrama Causal de Recursos de Conocimiento, será a través de la simulación del Diagrama de Forrester de Recursos de Conocimiento Figura 14, lo que permitirá evaluar si el comportamiento de dicho diagrama es el esperado.

##### 4.2.4.1. Comportamiento Simulado.

Para la simulación, se ha definido la unidad tiempo en años, con un horizonte de 20 años.

En la Figura 14 se puede observar el comportamiento del Submodelo Recursos de Conocimiento, los valores iniciales y resultados obtenidos en la simulación se presentan en las Tablas 5 y 6 respectivamente, mismos que pueden ser cotejados en dichas Figuras. Con base a los resultados obtenidos de la simulación, podemos decir que hay una correspondencia entre el comportamiento simulado y lo esperado. Ya que un aumento en las tasas de crecimiento de Patentes, Innovación en Empresas, Inversión en I&D, Colaboración Universidad-Industria en I&D, Serv. de Investigación y Formación y Científicos e Ingenieros impacta positivamente a los Recursos de Conocimientos, sin embargo un estancamiento en éstas tasas propicia que no haya crecimiento en los Recursos de Conocimiento; un impacto positivo en los Recursos de Conocimiento a su vez propicia un acrecentamiento de las Condiciones de los Factores. Este comportamiento observado es aproximadamente exponencial, ya que al cabo de un tiempo el crecimiento en el nivel de desarrollo comienza a estabilizarse, esto debido a la cercanía con el nivel máximo de desarrollo (7); al alcanzar esta etapa de madurez el crecimiento se mantiene estable.

Tabla 5. Valores Iniciales de la simulación del Submodelo Recursos de Conocimiento.

| Variables                                 | Valores Iniciales |
|-------------------------------------------|-------------------|
| Condiciones de los Factores               | 3.2               |
| Recursos de Conocimiento                  | 3.3               |
| Innovación en Empresas                    | 0.03              |
| Colaboración Universidad-Industria en I&D | 0.03              |
| Inversión en I&D                          | 0.03              |
| Serv. de Investigación y Formación        | 0.03              |
| Patentes                                  | 0.02              |
| Científicos e Ingenieros                  | 0.02              |
| Calidad del Sist. Educativo               | 0.03              |
| Calidad de las Inst. de investigación     | 0.03              |

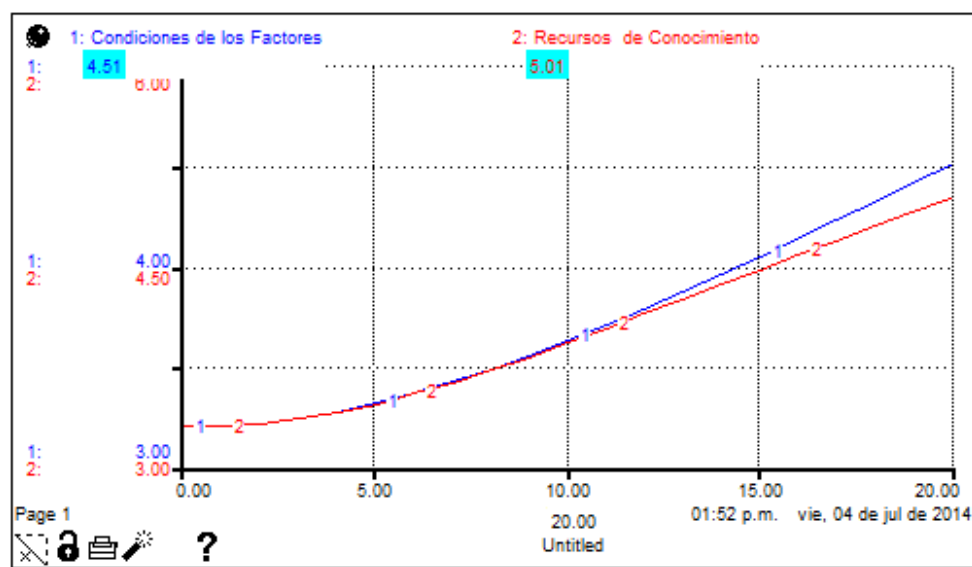


Figura 14. Comportamiento Submodelo Recursos de Conocimiento.

Tabla 6. Resultados de la simulación del Submodelo Recursos de Conocimiento.

|                             | 1: Condiciones de los Factores | 2: Recursos de Conocimiento |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Resultados (20 años)</b> | <b>4.51</b>                    | <b>5.01</b>                 |

### 4.3 Submodelo Recursos de Capital.

Se refiere a recursos de capital la cantidad y costo del capital disponible para financiar la industria, éste capital suele ser ofrecido en diversas formas: deuda no garantizada, deuda garantizada, bonos, acciones y capital de riesgo. (Porter, 1990).

Descripción de variables identificadas para el Submodelo:

Tabla 7. Variables Submodelo Recursos de Capital.

| Variables                            | Descripción                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recursos de Capital                  | Variable de nivel que especifica la cuantía y costo del capital disponible para financiar la industria. Se mide en nivel de desarrollo (1 a 7).                                                 |
| Disponibilidad Servicios Financieros | Variable auxiliar que especifica la cuantía de productos y servicios financieros que el sector financiero ofrece a las empresas. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).                  |
| Accesibilidad Servicios Financieros  | Variable auxiliar que especifica que tan accesibles son los productos y servicios financieros para las empresas. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).                                  |
| Financiamiento Bursátil              | Variable auxiliar que denota la facilidad por parte de las empresas de una región, para acceder al financiamiento bursátil. La medición de la variable es en tasa de crecimiento anual (0 a 1). |
| Regulación Bolsa de Valores.         | Variable auxiliar que define la regulación y                                                                                                                                                    |

|                       |                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | supervisión de la bolsa de valores. Regulación que influye para el financiamiento bursátil. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).            |
| Capital de Riesgo     | Variable auxiliar que expresa la facilidad para financiar proyectos innovadores con capital de riesgo. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1). |
| Acceso a Prestamos    | Variable auxiliar que mide la facilidad para obtener un préstamo bancario. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).                             |
| Solides de los Bancos | Variable auxiliar que mide la solidez de los bancos, ésta solidez influye en el acceso a préstamos. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).    |

#### 4.3.1. Diagrama Causal de Recursos de Capital.

El diagrama causal de la Figura 15 se muestra la estructura y las relaciones causales del **Submodelo Recursos de Capital** en él se observa como las variables: Disponibilidad Servicios Financieros, Accesibilidad Servicios Financieros, Financiamiento Bursátil, Capital de Riesgo y Acceso a Préstamos, ejercen influencia positiva en el aumento de los recursos de capital disponibles para financiar una industria, éste aumento a su vez propicia mejores condiciones de los factores y mejores condiciones requerirá de más recursos de capital (bucle **(R1)**). Se observa también un mutuo reforzamiento bucle **(R6)**, propiciado por el crecimiento mutuo entre Disponibilidad Servicios Financieros y Recursos de capital.

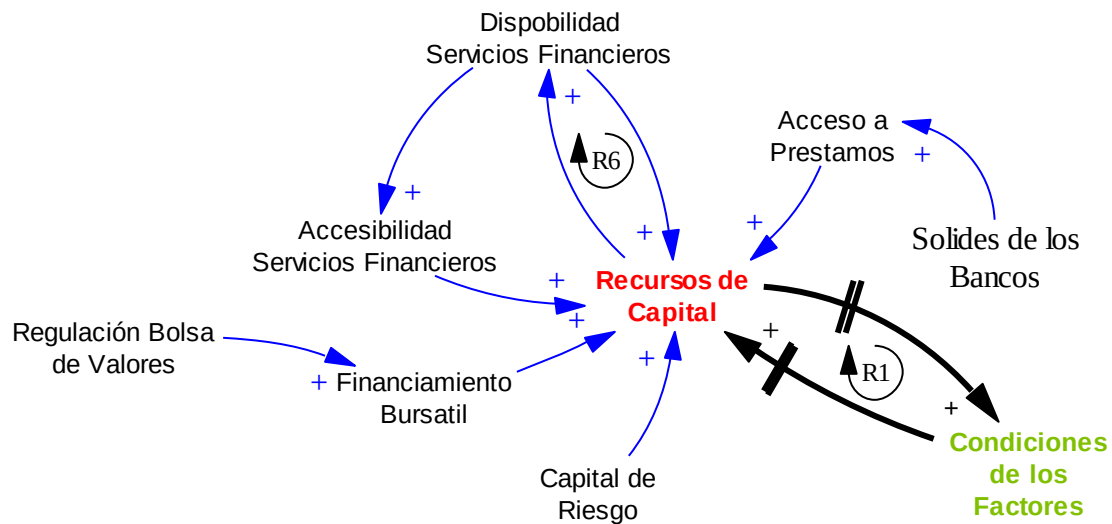


Figura 15. Diagrama causal de Recursos de Capital.

#### 4.3.2. Diagrama de Forrester de Recursos de Capital.

La Figura 16 ilustra el Diagrama de Forrester del Submodelo Recursos de Capital, el cual es la traducción del diagrama causal de la Figura 15, en el se presentan las siguientes relaciones: las variables Disponibilidad Servicios Financieros, Accesibilidad Servicios Financieros, Financiamiento Bursátil, Capital de Riesgo y Acceso a Préstamos influyen positivamente a la variable de flujo de entrada de la variable de nivel Recursos de Capital, de igual manera la variable de nivel Condiciones de los Factores está influyendo positivamente a dicha variable de flujo de entrada. También se observa a la variable de nivel Recursos de Capital influir positivamente a la variable de flujo de entrada de Condiciones de los Factores.

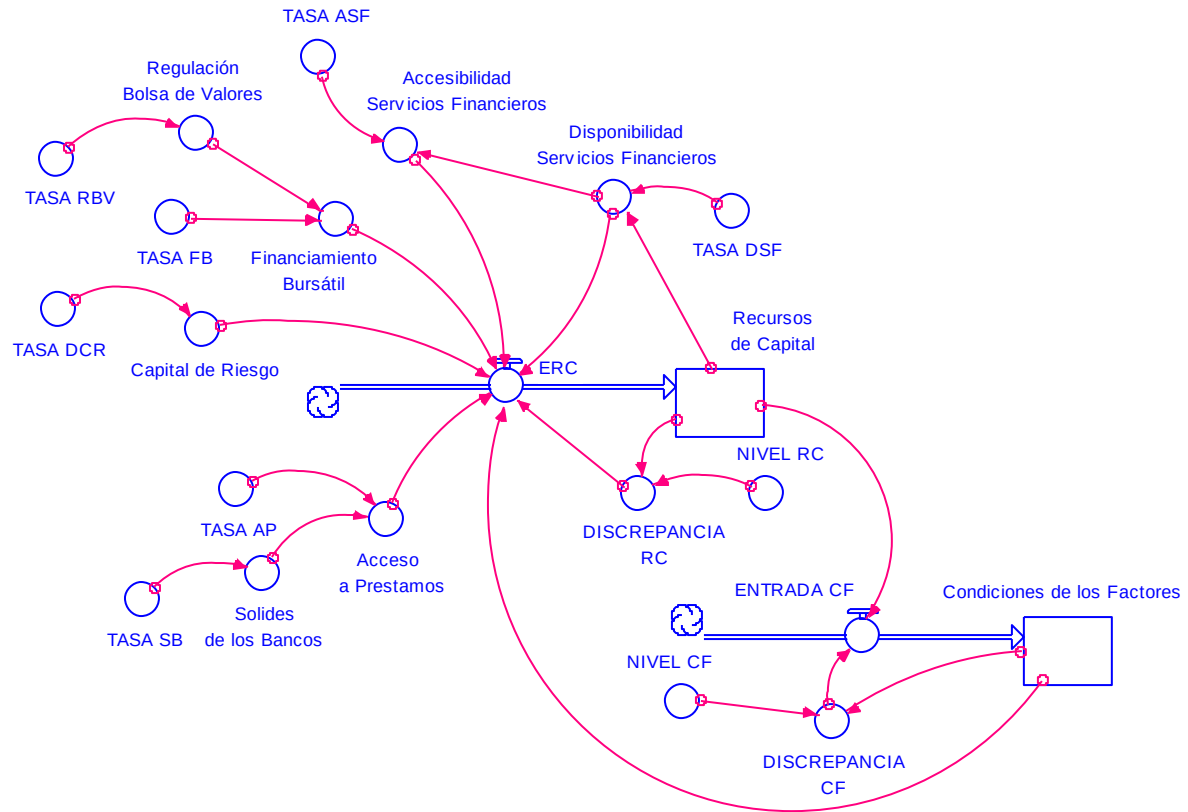


Figura 16. Diagrama de Forrester de Recursos de Capital.

#### 4.3.3. Ecuaciones Matemáticas.

A continuación se definen las ecuaciones matemáticas del Submodelo Recursos de Capital:

Tal y como se ilustra en el Diagrama Causal de la Figura 17, La Disponibilidad Servicios Financieros, la Accesibilidad Servicios Financieros, el Financiamiento Bursátil, el Capital de Riesgo y el Acceso a Préstamos influyen positivamente los Recursos de Capital, de igual manera las Condiciones de los Factores influyen positivamente a ésta. La ecuación matemática que define a Recursos de Capital es:

$$\text{Recursos de Capital}(t) = \text{Recursos de Capital}(t_0) + \int_0^t \text{ERC} * dt \quad (9)$$

donde:

ERC = Es el suavizamiento exponencial de Disponibilidad Servicios Financieros, Accesibilidad Servicios Financieros, Financiamiento Bursátil, Capital de Riesgo, Acceso a Préstamos y las Condiciones de los Factores.

Así también se ilustra, que los Recursos de Capital influyen positivamente a las Condiciones de los Factores, la cual expresa la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Condiciones de los Factores}(t) = \text{Condiciones de los Factores}(t_0) + \int_0^t \text{ENTRADA CF} * dt \quad (10)$$

donde:

ENTRADA CF = Es la entrada exponencial de la influencia que ejercen los Recursos de Capital.

#### 4.3.4. Pruebas de Validación.

Para validar el diagrama causal de Recursos de Capital, se simulará el diagrama de Forrester de Recursos de Capital en el apartado 4.3.2, lo que permitirá evaluar si el comportamiento de dicho diagrama es el esperado.

##### 4.3.4.1. Comportamiento Simulado.

En la simulación, se ha definido la unidad tiempo en años, con un horizonte de 20 años.

En la Figura 17 se puede observar el comportamiento del Submodelo Recursos de Capital, los valores iniciales y resultados obtenidos en la simulación se presentan en las Tablas 8 y 9 respectivamente, mismos que pueden ser cotejados en dichas Figuras. Con base a los resultados obtenidos de la simulación, podemos decir que hay una correspondencia entre el comportamiento simulado y lo esperado. Ya que un aumento en las tasas de crecimiento de Disponibilidad Servicios Financieros, Accesibilidad Servicios Financieros, Financiamiento Bursátil, Capital de Riesgo y Acceso a Préstamos impacta positivamente a los Recursos de Capital, sin embargo un estancamiento en éstas tasas propicia que no haya crecimiento en los Recursos de Capital; un impacto positivo en los Recursos de Capital a su vez propicia un acrecentamiento de las Condiciones de los Factores. Este comportamiento observado es

aproximadamente exponencial, ya que al cabo de un tiempo el crecimiento en el nivel de desarrollo comienza a estabilizarse, esto debido a la cercanía con el nivel máximo de desarrollo (7); al alcanzar esta etapa de madurez el crecimiento se mantiene estable.

Tabla 8. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Recursos de Capital.

| Variables                            | Valores Iniciales |
|--------------------------------------|-------------------|
| Condiciones de los Factores          | 3.3               |
| Recursos de Capital                  | 3.1               |
| Disponibilidad Servicios Financieros | 0.03              |
| Accesibilidad Servicios Financieros  | 0.03              |
| Financiamiento Bursátil              | 0.03              |
| Regulación Bolsa de Valores.         | 0.03              |
| Disponibilidad Capital Riesgo        | 0.02              |
| Acceso a Prestamos                   | 0.02              |
| Solides Bancos                       | 0.02              |

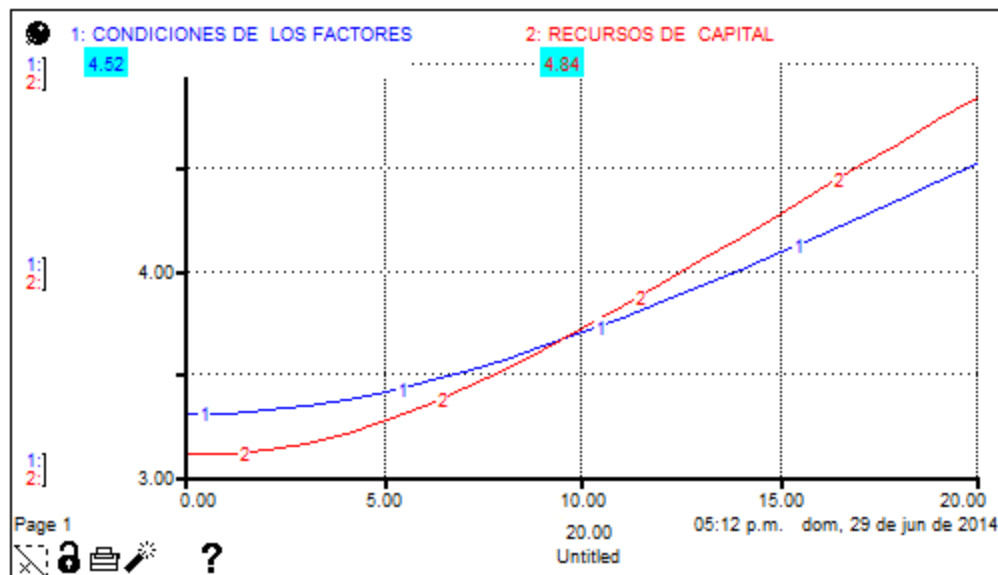


Figura 17. Comportamiento Submodelo Recursos de Capital.

Tabla 9. Resultados de la simulación del Submodelo Recursos de Capital.

|                             | 1: Condiciones de los Factores | 2: Recursos de Capital |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>Resultados (20 años)</b> | <b>4.52</b>                    | <b>4.84</b>            |

#### 4.4 Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.

Los recursos físicos incluye la abundancia, calidad, accesibilidad y el coste de la tierra, agua, yacimientos minerales, reservas madereras, fuentes de energía, entre otros recursos materiales. (Porter, 1990).

Principales Variables de recursos físicos:

Tabla 10. Variables Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.

| Variables                            | Descripción                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atractividad de los Recursos Físicos | Variable de Nivel que especifica la abundancia, calidad y accesibilidad de los recursos naturales de una región. Se mide en nivel de desarrollo (1 a 7). |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abundancia MP | Variable de nivel que especifica la abundancia de materia prima (recursos naturales) disponibles en una región. Materia prima que utiliza una industria para su proceso productivo. Se mide en unidades de abundancia y sus valores oscilan entre 0 y 1,000000, donde 1,000000 representa el máximo nivel de abundancia de materia prima que una región dispone. |
| Calidad MP    | Variable auxiliar que mide la calidad de la materia prima (recursos naturales) disponible en una región. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).                                                                                                                                                                                                           |
| Accesibilidad | Variable auxiliar que especifica que tan accesibles son los recursos naturales en una región. Se mide en tasa de crecimiento anual (0 a 1).                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4.4.1. Diagrama Causal de Atractividad de los Recursos Físicos.

El diagrama causal de la Figura 18 se muestra la estructura y las relaciones causales del **Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos** en él se observa como las variables: Abundancia MP, Calidad MP y Accesibilidad, ejercen influencia positiva como detonante de la Atractividad de los Recursos Físicos disponibles en una región, ésta influencia positiva a su vez propicia mejores condiciones de los factores y mejores condiciones requiere de más recursos naturales disponibles (bucle **(R2)**). Se observa también el bucle de balance **(B1)**, que permite equilibrar la abundancia de materia prima (recursos naturales) y la disponibilidad de los recursos físicos.

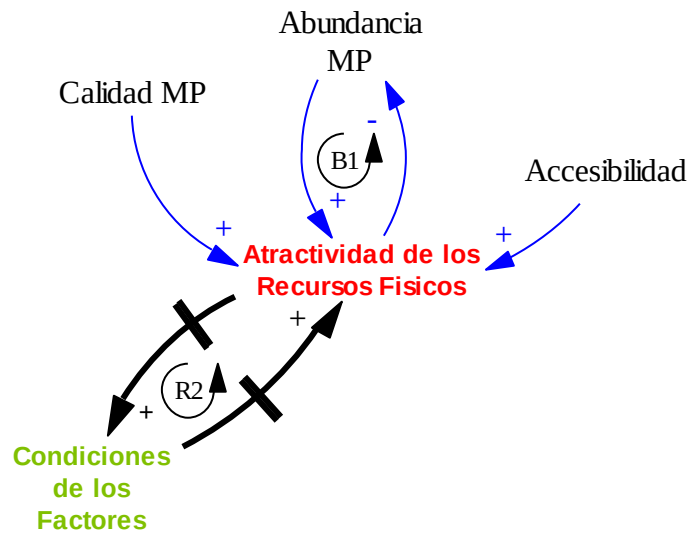


Figura 18. Diagrama causal de Atractividad de los Recursos Físicos.

#### 4.4.2. Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Físicos.

La Figura 19 muestra el Diagrama de Forrester del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos, el cual es la traducción del diagrama causal de la Figura 18, en el se presentan las siguientes relaciones: las variables **Abundancia MP**, **Calidad MP** y **Accesibilidad** influyen positivamente a la variable de flujo de entrada de la variable de nivel **Atractividad de los Recursos Físicos**, de igual manera la variable de nivel **Condiciones de los Factores** está influyendo positivamente a dicha variable de flujo de entrada. También se observa a la variable de nivel **Atractividad de los Recursos Físicos** influir positivamente a la variable de flujo de entrada de **Condiciones de los Factores**.



$$\text{Atractividad de los Recursos Físicos}(t) = \text{Atractividad de los recursos Físicos}(t_0) + \int_0^t \text{ENT REC FIS} * dt \quad (12)$$

donde:

ENT REC FIS = Es el suavizamiento exponencial de Accesibilidad, Calidad MP, Condiciones de los Factores y la tasa de consumo de la Abundancia MP de una región (TASA ABUNDANCIA).

Así también se observa, que la Atractividad de los Recursos Físicos influye positivamente a las Condiciones de los Factores, la cual expresa la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Condiciones de los Factores}(t) = \text{Condiciones de los Factores}(t_0) + \int_0^t \text{ENT CF} * dt \quad (13)$$

donde:

ENT CF = Es la entrada exponencial de la influencia que ejerce la Atractividad de los Recursos Físicos.

#### 4.4.4. Pruebas de Validación.

Para validar el diagrama causal de Atractividad de los Recursos Físicos, se simulará el diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Físicos ilustrado en la Figura 22, lo que permitirá evaluar si el comportamiento de dicho diagrama es el esperado.

##### 4.4.4.1. Comportamiento Simulado.

Para la simulación, se ha definido la unidad tiempo en años, con un horizonte de 20 años.

En la Figura 20 se puede observar el comportamiento del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos, los valores iniciales y resultados obtenidos en la simulación se presentan en las Tablas 11 y 12 respectivamente, mismos que pueden ser cotejados en dichas Figuras. Con base a los resultados obtenidos de la simulación, podemos decir que hay una correspondencia entre el comportamiento simulado y lo esperado. Ya que un aumento en las tasas de crecimiento de Abundancia MP, Calidad MP y Accesibilidad impacta positivamente a la Atractividad de los Recursos Físicos, sin embargo un estancamiento en éstas tasas propicia

que no haya crecimiento en la Atractividad de los Recursos Físicos; un impacto positivo en la Atractividad de los Recursos Físicos a su vez propicia un acrecentamiento de las Condiciones de los Factores. Este comportamiento observado es aproximadamente exponencial, ya que al cabo de un tiempo el crecimiento en el nivel de desarrollo comienza a estabilizarse, esto debido a la cercanía con el nivel máximo de desarrollo (7); al alcanzar esta etapa de madurez el crecimiento se mantiene estable.

Tabla 11. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.

| Variables                            | Valores Iniciales |
|--------------------------------------|-------------------|
| Condiciones de los Factores          | 3.2               |
| Atractividad de los Recursos Físicos | 3.5               |
| Abundancia MP                        | 1,000,000         |
| TASA ABUNDANCIA                      | 0.01              |
| Consumo MP                           | 0.01              |
| Calidad MP                           | 0.03              |
| Accesibilidad                        | 0.03              |

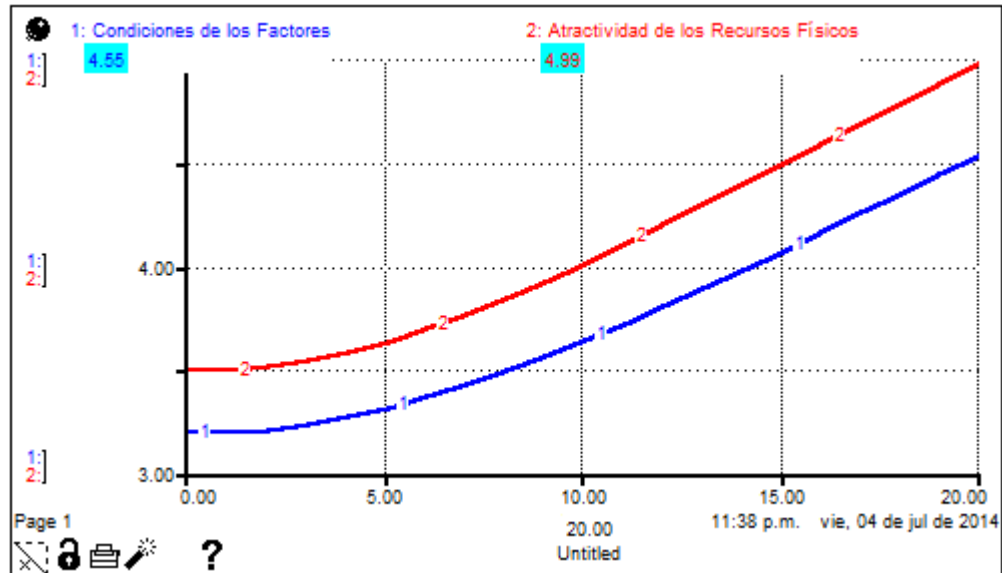


Figura 20. Comportamiento Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.

Tabla 12. Resultados de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Físicos.

|                             | 1: Condiciones de los Factores | 2: Atractividad de los Recursos Físicos |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Resultados (20 años)</b> | <b>4.55</b>                    | <b>4.99</b>                             |

#### 4.5 Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos.

El factor recursos humanos se refiere a la cantidad, calidad, habilidades y el costo del personal disponible. (Porter, 1990).

La tabla 13 describe las principales variables de recursos humanos:

Tabla 13. Variables Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos.

| Variables                            | Descripción                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atractividad de los Recursos Humanos | Variable de Nivel que se refiere a la cantidad, calidad y habilidades del recurso humano disponible en una región. Se mide en nivel de desarrollo (1 a 7). |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cantidad de MO                | Variable de nivel que especifica la cantidad de Recursos Humanos disponibles en una región. Sus valores oscilan entre 0 y 1,000,000, donde 1,000,000 representa el valor máximo de Recursos Humanos disponibles en una región.                                                         |
| Confianza Gestión profesional | Variable auxiliar que especifica la confianza en que los encargados de la alta dirección de las empresas, son los profesionales más capacitados y no profesionales sin meritos. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1, donde 0 los menos capacitados y 1 los más capacitados.  |
| Determinación de Salarios     | Variable auxiliar que especifica cómo se fijan los salarios, si es un proceso de negociación centralizado o un proceso de negociación colectiva. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1, donde 0 procesos de negociación muy centralizado y 1 proceso de negociación colectiva. |
| Productividad laboral         | Variables auxiliar que define la productividad laboral del Recurso Humano disponible en la región. Se mide en tasa de crecimiento anual de 0 a 1, donde 0 son los Recursos Humanos menos productivos y 1 los mas productivos.                                                          |

#### 4.5.1. Diagrama Causal de Atractividad de los Recursos Humanos.

El diagrama causal de la Figura 21 se muestra la estructura y las relaciones causales del **Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos** en él se observa como las variables: Cantidad de MO, Confianza Gestión Profesional, Determinación de Salarios y Productividad laboral, ejercen influencia positiva como detonante de la atractividad de los recursos humanos disponibles en una región, ésta influencia positiva a su vez propicia mejores condiciones de los factores y mejores condiciones requiere de más recursos humanos disponibles (bucle

(R3)). Se observa también el bucle de balance (B2), que permite equilibrar la cantidad de mano de obra y los recursos humanos disponibles.

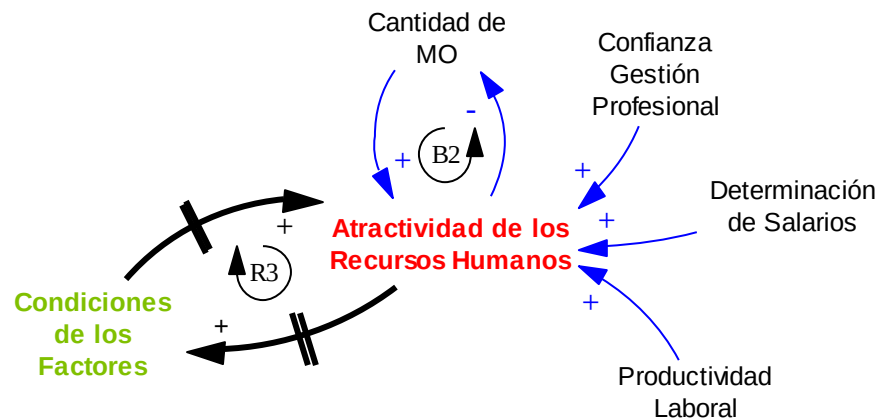


Figura 21. Diagrama causal de Atractividad de los Recursos Humanos.

#### 4.5.2. Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Humanos.

La Figura 22 muestra el Diagrama de Forrester del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos, el cual es la traducción del diagrama causal de la Figura 21, en el se presentan las siguientes relaciones: las variables Cantidad MO, Confianza Gestión Profesional, Determinación de Salarios y Productividad Laboral influyen positivamente a la variable de flujo de entrada de la variable de nivel Atractividad de los Recursos Humanos, de igual manera la variable de nivel Condiciones de los Factores está influyendo positivamente a dicha variable de flujo de entrada. También se observa a la variable de nivel Atractividad de los Recursos Humanos influir positivamente a la variable de flujo de entrada de Condiciones de los Factores.

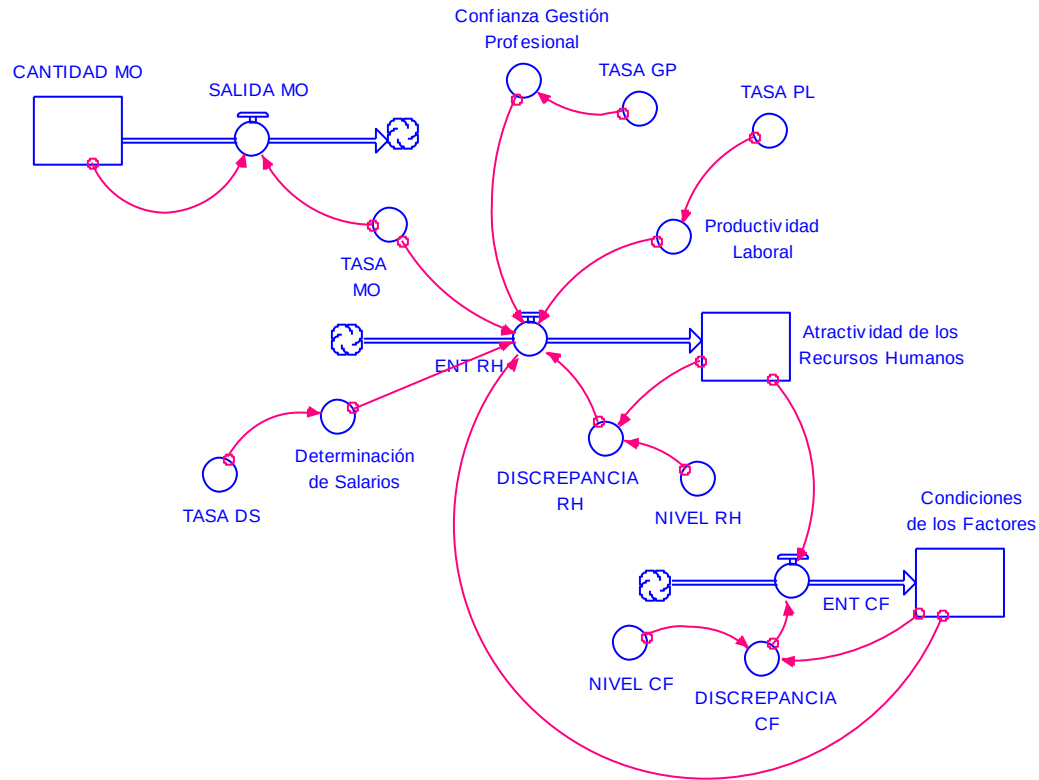


Figura 22 Diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Humanos.

#### 4.5.3. Ecuaciones Matemáticas.

La definición de las ecuaciones matemáticas del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos se presentan a continuación:

La ecuación matemática de Cantidad MO se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad MO}(t) = \text{Cantidad MO}(t_0) + \int_0^t -\text{SALIDA MO} * dt \quad (14)$$

donde:

SALIDA MO = Es la cantidad con que se consumen los Recursos Humanos disponibles en una región.

Como se observa en el Diagrama Causal de la Figura 25, la Cantidad MO, la Confianza Gestión Profesional, la Determinación de Salarios y la Productividad Laboral influyen positivamente a la Atractividad de los Recursos Humanos, de igual manera las Condiciones de

los Factores influye positivamente a dicha variable. Por lo que la ecuación matemática de Atractividad de los Recursos Humanos es la siguiente:

$$\text{Atractividad de los Recursos Humanos}(t) = \text{Atractividad de los Recursos Humanos}(t_0) + \int_0^t \text{ENT RH} * dt \quad (15)$$

donde:

ENT RH = Es la entrada del suavizamiento exponencial de la Confianza Gestión Profesional, de la Determinación de Salarios, de la Productividad Laboral, de las Condiciones de los Factores y la tasa de consumo de la Cantidad MO disponible en la región (TASA MO).

Así también se observa, que la Atractividad de los Recursos Humanos influye positivamente a las Condiciones de los Factores, la cual expresa la siguiente ecuación matemática:

$$\text{Condiciones de los Factores}(t) = \text{Condiciones de los Factores}(t_0) + \int_0^t \text{ENT CF} * dt \quad (16)$$

donde:

ENT CF = Es la entrada exponencial de la influencia que ejerce la Atractividad de los Recursos Humanos.

#### 4.5.4. Pruebas de Validación.

Para validar el diagrama causal de Atractividad de los Recursos Físicos, se simulará el diagrama de Forrester de Atractividad de los Recursos Humanos ilustrado en la Figura 26, lo que permitirá evaluar si el comportamiento de dicho diagrama es el esperado.

##### 4.5.4.1. Comportamiento Simulado.

Para la simulación, se ha definido la unidad tiempo en años como los submodelos anteriores, con un horizonte de 20 años.

En la Figura 23 se puede observar el comportamiento del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos, los valores iniciales y resultados obtenidos en la simulación se presentan en las Tablas 14 y 15 respectivamente, mismos que pueden ser cotejados en dichas Figuras.

Con base a los resultados obtenidos de la simulación, podemos decir que hay una correspondencia entre el comportamiento simulado y lo esperado. Ya que un aumento en las tasas de crecimiento de Cantidad MO, Confianza Gestión Profesional, Determinación de Salarios y Productividad Laboral impacta positivamente a la Atractividad de los Recursos Humanos, sin embargo un estancamiento en éstas tasas propicia que no haya crecimiento en la Atractividad de los Recursos Humanos; un impacto positivo en la Atractividad de los Recursos Humanos a su vez propicia un acrecentamiento de las Condiciones de los Factores. Este comportamiento observado es aproximadamente exponencial, ya que al cabo de un tiempo el crecimiento en el nivel de desarrollo comienza a estabilizarse, esto debido a la cercanía con el nivel máximo de desarrollo (7); al alcanzar esta etapa de madurez el crecimiento se mantiene estable.

Tabla 14. Valores iniciales de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos.

| Variables                            | Valores Iniciales |
|--------------------------------------|-------------------|
| Condiciones de los Factores          | 3.2               |
| Atractividad de los Recursos Humanos | 3                 |
| Cantidad MO                          | 1,000,000         |
| TASA MO                              | 0.03              |
| Confianza Gestión Profesional        | 0.02              |
| Determinación de Salarios            | 0.02              |
| Productividad Laboral                | 0.02              |

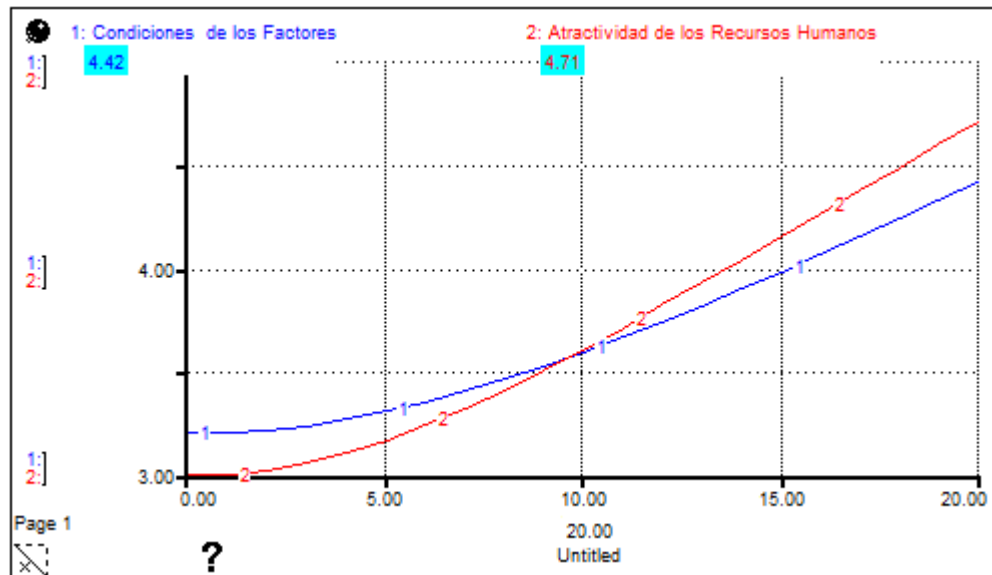


Figura 23. Comportamiento Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos..

Tabla 15. Resultados de la simulación del Submodelo Atractividad de los Recursos Humanos.

|                             | 1: Condiciones de los Factores | 2: Atractividad de los Recursos Humanos |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Resultados (20 años)</b> | <b>4.42</b>                    | <b>4.71</b>                             |

#### 4.6 Modelo de simulación.

##### 4.6.1 Diagrama de Forrester.

Una vez que se validó la confianza en la estructura y el comportamiento de cada uno de los submodelos que conforman el Modelo Condiciones de los Factores. En la Figura 24 se presenta el Diagrama de Forrester de Condiciones de los Factores que integra a cada uno de los submodelos expuestos en este capítulo y que representa la traducción del Diagrama Causal del determinante Condiciones de los Factores explicado en el apartado 3.2. En la sección de anexos se muestran las ecuaciones dinámicas e interfaz gráfica del modelo.

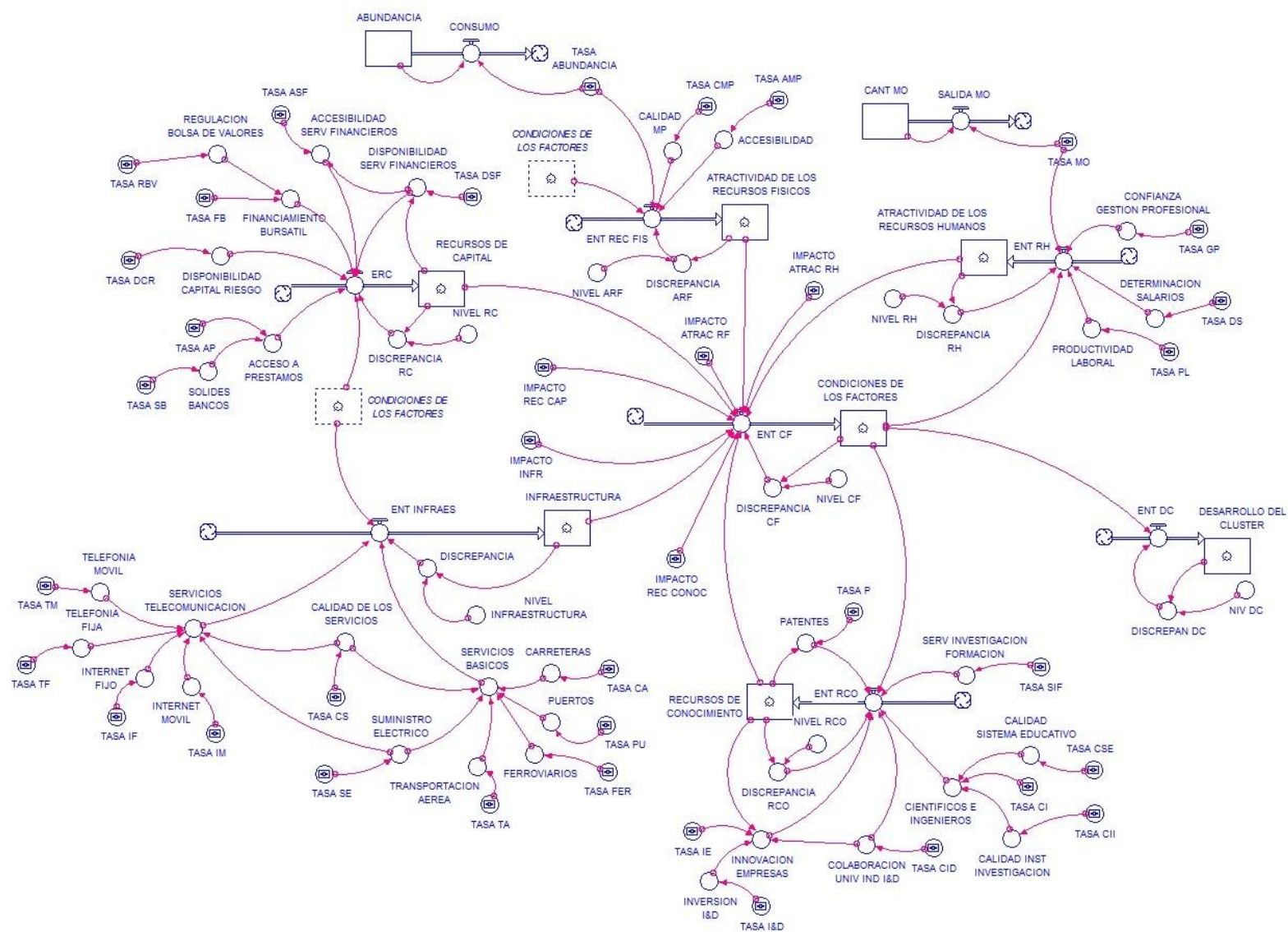


Figura 24. Diagrama de Forrester de Condiciones de los Factores.

La validación del modelo, así como el diseño y evaluación de políticas que impulsen el desarrollo de clusters industriales, se presenta en el trabajo que acompaña a esta investigación, titulado: *Diseño de un modelo de dinámica de sistemas para la evaluación de políticas de Clúster Industrial* (Jiménez-Nieto, 2014).

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Analizar las causas estructurales y elementos que provocan el crecimiento o desarrollo que exhiben los clusters, es la idea central sobre la cual se fundamentó esta investigación. El modelo dinámico abstraído en esta tesis, ayuda a comprender esas relaciones estructurales existentes entre los determinantes y factores que condicionan el desarrollo de los mismos.

El modelo construido considera dos perspectivas: la primera y motor en éste, se centra en el análisis del entorno microeconómico en el que se desarrollan las empresas del clúster, el cual es concebido desde la óptica de los determinantes del diamante de Porter, los cuales en conjunto constituyen un sistema dinámico; la segunda y que ejerce influencia directa en el micro ambiente, es desde el punto de vista del macro entorno que engloba aquellos factores económicos, políticos-legales y sociales que afectan la actividad empresarial de las empresas del clúster. Desde estas dos perspectivas es que se identificaron las relaciones existentes entre los determinantes y factores que condicionan el desarrollo de un clúster (ver apartado 3.2) y que además constituyen la base para la creación del modelo de dinámica de sistemas aquí presentado.

El modelo creado proporciona una herramienta de análisis para los estrategias de un clúster, ya que permite simular el efecto de políticas o iniciativas de acción que impulsen el desarrollo de estos. Con toda la carga subjetiva, que un sistema complejo como un clúster presenta al momento de querer estudiar las causas estructurales que provocan su comportamiento.

Como investigaciones futuras para el sistema estudiado y tomando como referencia los determinantes y factores identificados como condicionantes en el desarrollo de un clúster. Se propone estudiar y crear los modelos de los determinantes: condiciones de la demanda, estrategia, estructura y rivalidad, industria relacionadas y de soporte, contexto macroeconómico, contexto político-legal y contexto social; toda vez que el modelo desarrollado en esta tesis, se centro en el análisis estructural del comportamiento que presenta el determinante condiciones de los factores, esto para que en un futuro cada uno de los modelos sean integrados, permitiendo comprender a profundidad las relaciones causales de los determinantes y factores que condicionan el desarrollo de un clúster, de tal forma que se tenga

una herramienta de simulación que conjunte en su totalidad dichos determinantes y factores los cuales representan la principal contribución en esta investigación.

## REFERENCIAS

Aracil, J. (1995). *Dinámica de sistemas*. Isdefe.

Arango Serna, M. D; Herraiz Gil, T. (2000). Un análisis comparativo entre los modelos estadísticos y los modelos dinámicos aplicados a las ciencias sociales como factor de aprendizaje. *Psicothema*, Universidad de Oviedo, 12(2), 42- 46.

Bititci, U., Martínez, V., Albores, P., y Porung, J. (2004). Creating and managing value in collaborative networks. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 251-268.

Buendía, F. (2005). Increasing Returns to Economic Activity Concentration. 23 *International Conference of the System Dynamics Society*, 17-21 de Julio de 2005. Boston, Massachusetts, USA.

Buendía, F. (2006). Towards a system dynamics-based theory of industrial clusters. En C. Karlsson, B. Johansson y R. Stough, *Industrial Clusters And Inter-firm Networks* (pág. 83). UK: Edward Elgar Publishing Ltd.

Capó-Vicedo, J., Expósito-Langa, M. y Masiá-Buades, E. (2007). La importancia de los clusters para la para la competitividad de las PYME en una economía global. *Eure*. 33(98), 119-133.

Capó-Vicedo, J. (2011). Análisis del ciclo de vida y las políticas de desarrollo de los clusters de empresas. *Eure*, 37(110), 59-87.

Carrie, A. (1999). Integrated clusters - the future basis of competition. *International Journal of Agile Management Systems*, 45-50.

ECOTEC, (2008) A Practical Guide to Clúster Development. The Department of Trade and Industry, UK.

Fischer, S. (1993). The Role of Macroeconomic Factors in Growth. *Journal of Monetary*

*Economics*. 32 (3): 485–512.

Forrester J. W. (1998). *Designing the future*. Universidad de Sevilla.

Forrester J. W. (1997). System Dynamics and K-12 teachers. A lecture at the University of Virginia School of Education

García, J. M. (2003). *Teoría y ejercicios prácticos de dinámica de sistemas*. Barcelona: Juan Martín García.

García, J. M. (2012). *Dinámica de sistemas - Ejercicios*. Barcelona

George-Marian, I. (2007). Industrial Clusters and Regional Development. The Case of Timisoara and Montebelluna. *Conference of European Regions Knowledge Based Innovation Network (ERIK)*, pp. 31. Brussels.

GCI (The Global Competitiveness Report) 2013–2014. World Economic Forum.

Hill, E. W. y Brennan J. (2000). A methodology for identifying the drivers of industrial clusters: the foundation of regional competitive advantage. *Economic Development Quarterly*. 14, 65-96.

Humphrey, J. y Schmitz, H. (1995). Principles for promoting clusters & networks of SMEs. United Nations Industrial Development Organization , 1-26.

IMD (2009) World Competitiveness Yearbook 2009, IMD, Suiza.

Iturrioz Landart, C., Aranguren Querejeta, M. J., Aragón Amonarriz, C. y Larrea Aranguren, M. (2005). ¿La política industrial de clúster/redes mejora realmente la competitividad empresarial? Resultados de la evaluación de dos experiencias en la comunidad Autónoma de Euskadi. *Ekonomiaz*. 60(2), 1-51.

Jiménez-Nieto, Y. A. (2014). Tesis doctoral: Diseño de un modelo de dinámica de sistemas para la evaluación de políticas de clúster industriales. Universidad Popular

Autónoma del Estado de Puebla.

Krugman, P. (1991). *Geography and Trade*. London: MIT Press.

Lin, C.H., Tung, C.M. y Huang, C.T.(2006). Elucidating the industrial cluster effect from a system dynamics perspective. *Technovation*. 26(4), 473-482.

Marshall, A. (1925). *Principles of Economics*. London: Macmillan.

OCDE (2010): Ministerial Report on the OECD Innovation Strategy. Innovation to Strengthen Growth and Addresses Global and Social Challenges, Key Findings, OCDE.

Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of Nations*. The free press.

Porter, M. E. (1991). Towards a Dynamic Theory of Strategy. *Strategic Management Journal* , 12, 95-117

Porter, M. E. (2000). Clusters and the New Economics of Competition. *Harvard Business Review*, November-December, 77-90.

Porter, M. E. (2003). Ser competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones. Bilbao: Ediciones Deusto.

Porter, M. E. (2008). Moving to a New Global Competitiveness Index. En: WEF(2008). Global Competitiveness Report 2008-2009, 56-76, WEF.

Porter, M.E.(1999). Los clusters y la competencia. *Harvard Business Review*.

Quintero Posso, D.A. y López Muriel, S.M. (2010). Análisis estructural: un apoyo para el modelado con dinámica de sistemas. *Revista Avances en Sistemas e Informática*,7(3), 153-161.

Rosenfeld, S. A. (1997). Bringing business clusters into the mainstream of economic development. *European Planning Studies*, 3-23

Santa Catalina, I. M. (2010). Tesis doctoral: Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

Schaffernicht, M. (2009). Indagación de situaciones dinámicas mediante la dinámica de sistemas. Universidad de Talca.

Senge, P. (1990). *La quinta disciplina*. Granica.

Senge, P., Roberts, C., Ross, R., Smith, B. y Kleiner, A. (1995). *La quinta disciplina en la práctica: estrategias y herramientas para construir la organización abierta al aprendizaje*. Granica.

Sterman, J. D. (2000). Business dynamics: system thinking and modeling for a complex world. McGraw-Hill.

Teekasap, P.(2009). Clúster Formation and Government Policy: System Dynamics Approach. Paper presentado en la 27 International System Dynamics Conference. New México.

Vera Garnica, J. (2006). Los Clusters industriales y sus implicancias estratégicas: una visión de América Latina. *Revista Venezolana de Gerencia*, 11(33), 11-28.

Vera, J. R. y Ganga, F. A. (2007). Los clusters industriales: precisión conceptual y desarrollo teórico. *Cuadernos de Administración*, enero-junio, 303-322.

Walters, D. (2004). New economy, new business models, new approaches. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 219-229.

**ANEXOS**

---

## ANEXO 1. ECUACIONES DINÁMICAS DEL MODELO.

$ABUNDANCIA(t) = ABUNDANCIA(t - dt) + (- CONSUMO) * dt$

INIT ABUNDANCIA = 1000000

OUTFLOWS:

$CONSUMO = ABUNDANCIA * TASA\_ABUNDANCIA$

$ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS(t) =$

$ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS(t - dt) + (ENT\_REC\_FIS) * dt$

INIT ATRATIVIDAD\\_DE\\_LOS\\_RECURSOS\\_FISICOS = 3.5

INFLOWS:

$ENT\_REC\_FIS = (IF (ACCESIBILIDAD + CALIDAD\_MP + TASA\_ABUNDANCIA) > 0 THEN 1 ELSE 0) * (SMTH1( (ACCESIBILIDAD * .33 + CALIDAD\_MP * .33 + TASA\_ABUNDANCIA * .33 + CONDICIONES\_DE\_LOS\_FACTORES / 100), 10, 0) * DISCREPANCIA\_ARF)$

$ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS(t) =$

$ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS(t - dt) + (ENT\_RH) * dt$

INIT ATRATIVIDAD\\_DE\\_LOS\\_RECURSOS\\_HUMANOS = 3

INFLOWS:

$ENT\_RH = (IF (CONFIANZA\_GESTION\_PROFESIONAL + DETERMINACION\_SALARIOS + PRODUCTIVIDAD\_LABORAL + TASA\_MO) > 0 THEN 1 ELSE 0) * (SMTH1(((CONFIANZA\_GESTION\_PROFESIONAL * .25) + (DETERMINACION\_SALARIOS * .25) + (PRODUCTIVIDAD\_LABORAL * .25) + (TASA\_MO * .25) + (CONDICIONES\_DE\_LOS\_FACTORES / 100)), 10, 0) * DISCREPANCIA\_RH)$

$CANT\_MO(t) = CANT\_MO(t - dt) + (- SALIDA\_MO) * dt$

INIT CANT\\_MO = 1000000

OUTFLOWS:

$SALIDA\_MO = CANT\_MO * TASA\_MO$

$CONDICIONES\_DE\_LOS\_FACTORES(t) =$

$CONDICIONES\_DE\_LOS\_FACTORES(t - dt) + (ENT\_CF) * dt$

INIT CONDICIONES\\_DE\\_LOS\\_FACTORES = 3.3

INFLOWS:

$ENT\_CF = IF (INIT(ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS) = ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS) AND (INIT(ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS) = ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS) AND (INIT(INFRAESTRUCTURA) = INFRAESTRUCTURA) AND (INIT(RECURSOS\_DE\_CAPITAL) = RECURSOS\_DE\_CAPITAL) AND (INIT(RECURSOS\_DE\_CONOCIMIENTO) = RECURSOS\_DE\_CONOCIMIENTO) THEN 0 ELSE ((ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS * IMPACTO\_ATRAC\_RF) + (ATRATIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS * IMPACTO\_ATRAC\_RH) +$

(RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL\*IMPACTO\_\_REC\_CAP)+  
 (RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO\*IMPACTO\_\_REC\_CONOC)+  
 (INFRAESTRUCTURA\*IMPACTO\_\_INFR))/DISCREPANCIA\_CF/20

DESARROLLO\_DEL\_CLUSTER(t) = DESARROLLO\_DEL\_CLUSTER(t - dt) + (ENT\_DC) \* dt

INIT DESARROLLO\_DEL\_CLUSTER = 3.5

INFLOWS:

ENT\_DC = IF (INIT(CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES) =  
 CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES) THEN 0 ELSE  
 (CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES/DISCREPAN\_DC)/25

INFRAESTRUCTURA(t) = INFRAESTRUCTURA(t - dt) + (ENT\_INFRAES) \* dt

INIT INFRAESTRUCTURA = 3.2

INFLOWS:

ENT\_INFRAES = (IF (SERVICIOS\_BASICOS+SERVICIOS\_TELECOMUNICACION)>0 THEN 1  
 ELSE 0) \* (SMTH1(((SERVICIOS\_BASICOS\*0.5)+ (SERVICIOS\_TELECOMUNICACION\*0.5)+  
 (CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES/100)),10,0)\*DISCREPANCIA)

RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL(t) = RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL(t - dt) + (ERC) \* dt

INIT RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL = 3.1

INFLOWS:

ERC = (IF (ACCESO\_A\_\_PRESTAMOS+ DISPONIBILIDAD\_CAPITAL\_RIESGO+  
 FINANCIAMIENTO\_BURSATIL+ DISPONIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS+  
 ACCESIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS)>0 THEN 1  
 ELSE 0)\*(SMTH1(((ACCESO\_A\_\_PRESTAMOS\*.2)+  
 (DISPONIBILIDAD\_CAPITAL\_RIESGO\*.2)+ (FINANCIAMIENTO\_BURSATIL\*.2)+  
 (DISPONIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS\*.2)+ (ACCESIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS\*.2)+  
 (CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES/100)),10,0)\*DISCREPANCIA\_\_RC)

RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO(t) = RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO(t - dt) + (ENT\_RCO) \* dt

INIT RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO = 3.3

INFLOWS:

ENT\_RCO = (IF  
 (CIENTIFICOS\_E\_INGENIEROS+COLABORACION\_UNIV\_IND\_I&D+SERV\_INVESTIGACION  
 \_FORMACION+INNOVACION\_EMPRESAS+PATENTES)>0 THEN 1  
 ELSE 0) \* (SMTH1(((CIENTIFICOS\_E\_INGENIEROS\*.2)+  
 (COLABORACION\_UNIV\_IND\_I&D\*.2)+ (INNOVACION\_EMPRESAS\*.2)+ (PATENTES\*.2)+  
 (SERV\_INVESTIGACION\_FORMACION\*.2)+  
 (CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES/100)),10,0)\*DISCREPANCIA\_RCO)

ACCESIBILIDAD = RANDOM((TASA\_AMP-(TASA\_AMP\*.5)),TASA\_AMP)

ACCESIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS = IF (TASA\_ASF>0) THEN (RANDOM((TASA\_ASF-  
 (TASA\_ASF\*.5)),TASA\_ASF)+DISPONIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS)/2 ELSE 0

ACCESO\_A\_\_PRESTAMOS = (RANDOM((TASA\_AP-(TASA\_AP\*.5)), TASA\_AP)+  
 SOLIDES\_\_BANCOS)/2

CALIDAD\_DE\_LOS\_SERVICIOS = RANDOM((TASA\_CS-(TASA\_CS\*.5)),TASA\_CS)  
 CALIDAD\_INST\_INVESTIGACION = RANDOM((TASA\_CII-(TASA\_CII\*.5)),TASA\_CII)  
 CALIDAD\_MP = RANDOM((TASA\_CMP-(TASA\_CMP\*.5)),TASA\_CMP)  
 CALIDAD\_SISTEMA\_EDUCATIVO = RANDOM((TASA\_CSE-(TASA\_CSE\*.5)),TASA\_CSE)  
 CARRETERAS = RANDOM((TASA\_CA-(TASA\_CA\*.5)),TASA\_CA)  
 CIENTIFICOS\_E\_INGENIEROS =  
     IF (TASA\_CI>0) THEN (RANDOM((TASA\_CI-(TASA\_CI\*.5)), TASA\_CI)+  
     CALIDAD\_INST\_INVESTIGACION+CALIDAD\_SISTEMA\_EDUCATIVO)/3  
     ELSE 0  
 COLABORACION\_UNIV\_IND\_I&D = RANDOM((TASA\_CID-(TASA\_CID\*.5)),TASA\_CID)  
 CONFIANZA\_GESTION\_PROFESIONAL = RANDOM((TASA\_GP-(TASA\_GP\*.5)),TASA\_GP)  
 DETERMINACION\_SALARIOS = RANDOM((TASA\_DS-(TASA\_DS\*.5)),TASA\_DS)  
 DISCREPANCIA = NIVEL\_\_INFRAESTRUCTURA-INFRAESTRUCTURA  
 DISCREPANCIA\_ARF = NIVEL\_ARF-ATRACTIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_FISICOS  
 DISCREPANCIA\_CF = NIVEL\_CF-CONDICIONES\_DE\_\_LOS\_FACTORES  
 DISCREPANCIA\_RCO = NIVEL\_RCO-RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO  
 DISCREPANCIA\_\_RC = NIVEL\_RC-RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL  
 DISCREPANCIA\_\_RH = NIVEL\_RH-ATRACTIVIDAD\_DE\_LOS\_RECURSOS\_HUMANOS  
 DISCREPAN\_DC = NIV\_DC-DESARROLLO\_DEL\_CLUSTER  
 DISPONIBILIDAD\_CAPITAL\_RIESGO = RANDOM((TASA\_DCR-(TASA\_DCR\*.5)),TASA\_DCR)  
 DISPONIBILIDAD\_SERV\_FINANCIEROS =  
     IF (TASA\_DSF>0) THEN  
     (RANDOM((TASA\_DSF-(TASA\_DSF\*.5)),TASA\_DSF)+(RECURSOS\_DE\_\_CAPITAL/100))/2  
     ELSE 0  
 FERROVIARIOS = RANDOM((TASA\_FER-(TASA\_FER\*.5)),TASA\_FER)  
 FINANCIAMIENTO\_BURSATIL = (RANDOM((TASA\_FB-(TASA\_FB\*.5)),  
     TASA\_FB)+REGULACION\_BOLSA\_DE\_VALORES)/2  
 IMPACTO\_\_ATRAC\_RF = .2  
 IMPACTO\_\_ATRAC\_RH = .2  
 IMPACTO\_\_INFR = .2

IMPACTO\_\_REC\_CAP = .2

IMPACTO\_\_REC\_CONOC = .2

INNOVACION\_EMPRESAS = IF (TASA\_IE>0) THEN (RANDOM((TASA\_IE-(TASA\_IE\*.5)),TASA\_IE) +  
COLABORACION\_UNIV\_IND\_I&D+  
INVERSION\_I&D+(RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO/100))/3 ELSE 0

INTERNET\_\_FIJO = RANDOM((TASA\_IF-(TASA\_IF\*.5)),TASA\_IF)

INTERNET\_\_MOVIL = RANDOM((TASA\_IM-(TASA\_IM\*.5)),TASA\_IM)

INVERSION\_I&D = RANDOM((TASA\_I&D-(TASA\_I&D\*.5)),TASA\_I&D)

NIVEL\_ARF = 7

NIVEL\_CF = 7

NIVEL\_RC = 7

NIVEL\_RCO = 7

NIVEL\_RH = 7

NIVEL\_\_INFRAESTRUCTURA = 7

NIV\_DC = 7

PATENTES = IF (TASA\_P>0) THEN (RANDOM((TASA\_P-(TASA\_P\*.5)),TASA\_P)+  
(RECURSOS\_DE\_\_CONOCIMIENTO/100)) /2 ELSE 0

PRODUCTIVIDAD\_LABORAL = RANDOM((TASA\_PL-(TASA\_PL\*.5)),TASA\_PL)

PUERTOS = RANDOM((TASA\_PU-(TASA\_PU\*.5)),TASA\_PU)

REGULACION\_BOLSA\_DE\_VALORES = RANDOM((TASA\_RBV-(TASA\_RBV\*.5)),TASA\_RBV)

SERVICIOS\_BASICOS = (TRANSPORTACION\_AEREA+ PUERTOS+CARRETERAS+ FERROVIARIOS+  
SUMINISTRO\_ELECTRICO+CALIDAD\_DE\_LOS\_SERVICIOS)/6

SERVICIOS\_TELECOMUNICACION = (CALIDAD\_DE\_LOS\_SERVICIOS+  
INTERNET\_\_FIJO+INTERNET\_\_MOVIL+ TELEFONIA\_FIJA+TELEFONIA\_MOVIL+  
SUMINISTRO\_ELECTRICO)/6

SERV\_INVESTIGACION\_FORMACION = RANDOM((TASA\_SIF-(TASA\_SIF\*.5)),TASA\_SIF)

SOLIDES\_\_BANCOS = RANDOM((TASA\_SB-(TASA\_SB\*.5)),TASA\_SB)

SUMINISTRO\_ELECTRICO = RANDOM((TASA\_SE-(TASA\_SE\*.5)),TASA\_SE)

TASA\_ABUNDANCIA = 0.04

TASA\_AMP = .03

TASA\_AP = .02  
TASA\_ASF = .03  
TASA\_CA = .031  
TASA\_CI = .03  
TASA\_CID = .03  
TASA\_CII = .03  
TASA\_CMP = .03  
TASA\_CS = .025  
TASA\_CSE = .03  
TASA\_DCR = .02  
TASA\_DS = .02  
TASA\_DSF = .03  
TASA\_FB = .03  
TASA\_FER = .03  
TASA\_GP = .02  
TASA\_I&D = .03  
TASA\_IE = .03  
TASA\_IF = .02  
TASA\_IM = .023  
TASA\_MO = .05  
TASA\_P = .03  
TASA\_PL = .02  
TASA\_PU = .02  
TASA\_RBV = .03  
TASA\_SB = .02  
TASA\_SE = .027  
TASA\_SIF = .03

TASA\_TA = .03

TASA\_TF = .03

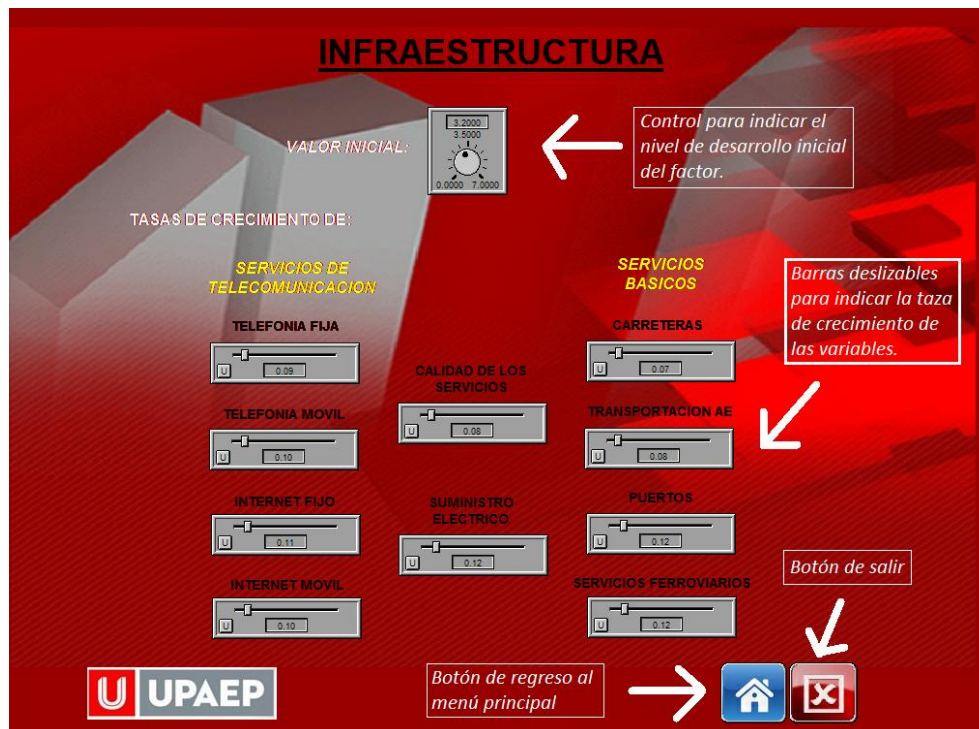
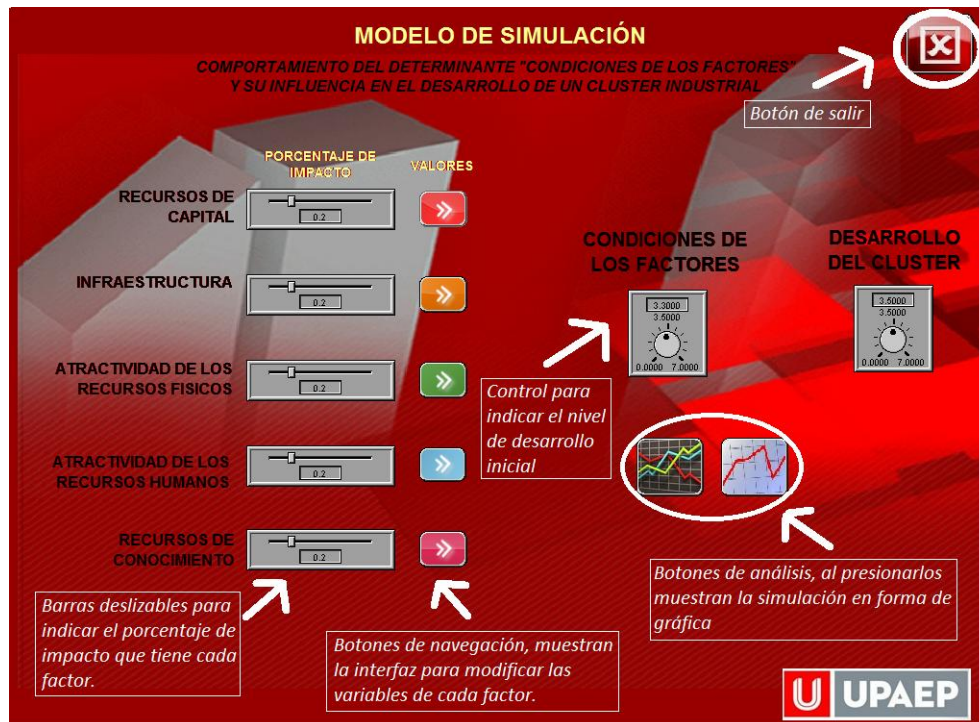
TASA\_TM = .03

TELEFONIA\_FIJA = RANDOM((TASA\_TF-(TASA\_TF\*.5)),TASA\_TF)

TELEFONIA\_MOVIL = RANDOM((TASA\_TM-(TASA\_TM\*.5)),TASA\_TM)

TRANSPORTACION\_AEREA = RANDOM((TASA\_TA-(TASA\_TA\*.5)),TASA\_TA)

## ANEXO 2. INTERFAZ GRÁFICA DEL MODELO.



## RECURSOS DE CAPITAL

VALOR INICIAL:

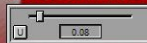


TASAS DE CRECIMIENTO DE:

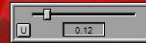
CAPITAL DE RIESGO



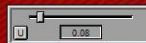
ACCESIBILIDAD DE LOS  
SERVICIOS FINANCIEROS



ACCESO A PRESTAMOS



FINANCIAMIENTO  
BURSATIL



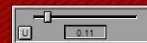
DISPONIBILIDAD DE LOS  
SERVICIOS FINANCIEROS



REGULACIÓN DE LA BOLSA  
DE VALORES



SOLIDES DE LOS BANCOS



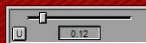
## ATRACTIVIDAD DE LOS RECURSOS FISICOS

VALOR INICIAL:

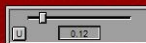


TASAS DE CRECIMIENTO DE:

CALIDAD DE LA  
MATERIA PRIMA



ABUNDANCIA DE LA  
MATERIA PRIMA



ACCESIBILIDAD



## ATRACTIVIDAD DE LOS RECURSOS HUMANOS

VALOR INICIAL:



TASAS DE CRECIMIENTO DE:

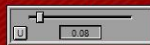
MANO DE OBRA



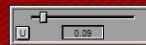
CONFIANZA EN LA GESTIÓN



DETERMINACIÓN DE SALARIOS



PRODUCTIVIDAD LABORAL



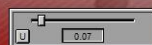
## RECURSOS DE CONOCIMIENTO

VALOR INICIAL:



TASAS DE CRECIMIENTO DE:

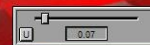
PATENTES



CIENTÍFICOS E INGENIEROS



INNOVACIÓN EN EMPRESAS



SERVICIOS DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN



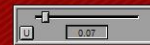
CALIDAD DEL SISTEMA EDUCATIVO



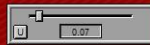
COLABORACIÓN EN I+D UNIVERSIDADES Y EMPRESAS

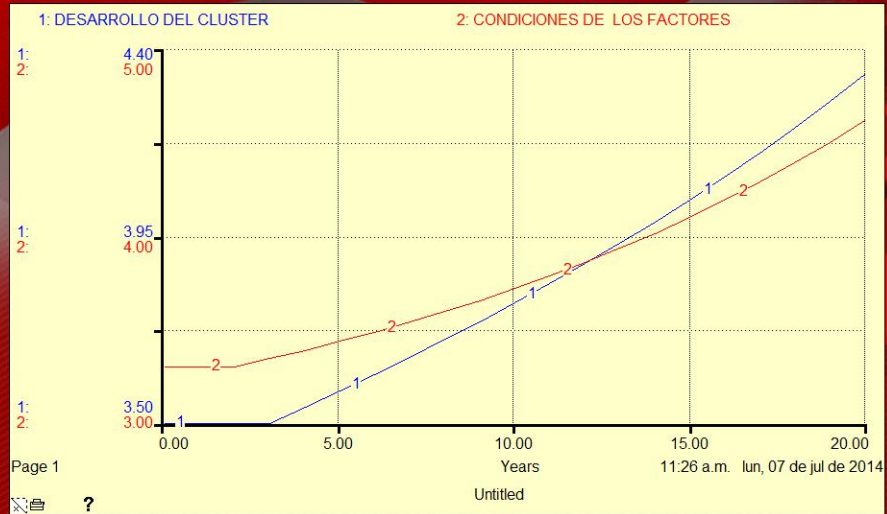


CALIDAD DE LAS INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN

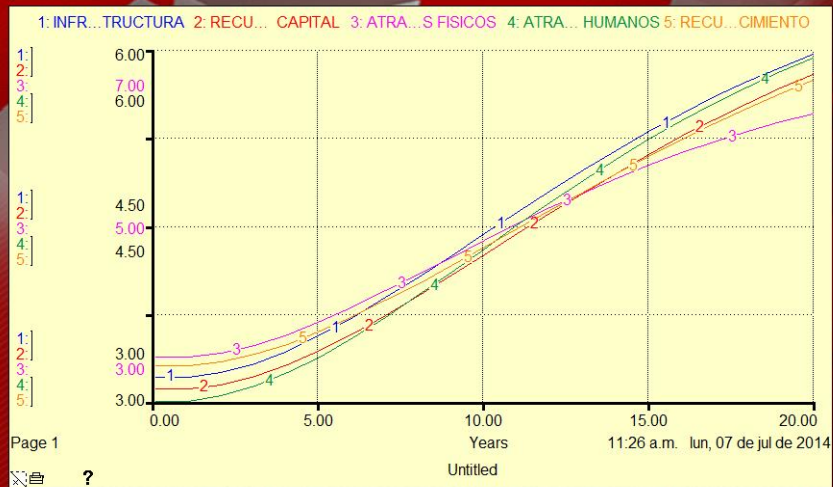


INVERSIÓN EN I+D





Botón de inicio de simulación



# PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

---

**SIMULADOR DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PARA ENTIDADES MEXICANAS,  
EVALUACIÓN DE SU BENEFICIO SOCIAL.**





Conference of the  
**INTERNATIONAL  
JOURNAL**  
OF ARTS AND SCIENCES

**CONTENTS**

**ISSN 1943-6114**

**2012, VOLUME 05, NUMBER 04**

|                                                                                                                                                                                          |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Crediting for Green Energy: Case Study of the Bulgarian-American Crediting Bank<br><i>Neda I. Muzha</i>                                                                                  | 1-4   |
| Organizational Structure's Impact on Knowledge Management in Enterprise Government Body<br><i>Fadhilah Mathar and Aiziman Djuan</i>                                                      | 5-6   |
| Almost Efficient Presentations of the Groups $PSL(2, \mathbb{Z}_p) \times PSL(2, 3^2)$ For All Natural Numbers $p, p \geq 2$<br><i>Bilal Vatansever</i>                                  | 7-11  |
| Removal of Methylene Blue by Quartz as an Adsorbent<br><i>Muhammed Kamil Oden, Ali Ozdener and Celalettin Ozdemir</i>                                                                    | 13-13 |
| A Study on Radio Listening Habits of University Students<br><i>Metin Kasim and Aytekin Can</i>                                                                                           | 15-15 |
| Martensitic Transformation and Stacking Ordered Characteristics in Copper Based Shape Memory Alloys<br><i>O. Adiguzel</i>                                                                | 17-17 |
| Inhibit Passage of HIV Particle RNA Through Host Cell by Increased Cell Density and/or HIV Particle by Pressure Techniques Employed by Hyperbaric Chamber<br><i>John James Nicholson</i> | 19-21 |
| Study of Gender and Education Through the Prism of Liberal, Socialist and Radical Feminist Theory<br><i>Silvia Rogoljic</i>                                                              | 23-23 |
| Using Drama as an Educational Tool<br><i>Zrinka Vukojevic</i>                                                                                                                            | 25-25 |
| The Effect of Congruency Between Cognitive Ability and Perceived Efficacy on Suicidal Tendencies and Mental Health<br><i>Seung-U Lim and Young-Gun Ko</i>                                | 27-29 |
| Perception and Attitude of Small Business Entrepreneurs Toward Corporate Social Responsibility<br><i>Pakorn Udomthanasansakul</i>                                                        | 31-38 |

## ii Contents

|                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Performance-Management Scheme and Reforms in Malaysia: Challenges in the Civil Service<br><i>Loo-See Beh</i>                                                                                                                      | 39-39   |
| Democratic Values as Perceived By Malaysian Secondary School Students<br><i>Noelida Ahmad, Nordin Abd Razak and Mahamad Zahir Ahmad</i>                                                                                           | 41-41   |
| Factors and Method for Creating Happiness at Work for Employees in Automobile Industry<br><i>Thanyakorn Uyyamaneecharoen, Monop Chunin and Sogeemas Na Wichian</i>                                                                | 43-44   |
| International Trade Theory from the Perspective of Czech Republic<br><i>Miroslav Radimsky</i>                                                                                                                                     | 45-48   |
| Simulation as an Effective Teaching Strategy in Anaesthesiology and Medical Crises Learning<br><i>Sook Muray Toy</i>                                                                                                              | 49-51   |
| Controller Comparison for Dicycle and Crane System by Using PD and Type-2 Fuzzy Logic<br><i>Abdulrah Çalan, Mustafa Tinkir and Fatih Mehmet Botsali</i>                                                                           | 53-54   |
| Pedagogy of Modern Dance in Technique and Performance<br><i>Riselda Sejdić</i>                                                                                                                                                    | 55-56   |
| The Relation Between Collaborative Learning and the Development of Some Social Skills in a Sample of King Faisal University (KFU), Female College Students: "A Field Study"<br><i>Nadia Aziz Baibao and Faysa Saleh Elhammedi</i> | 57-83   |
| An Investigation of Phonological Processing and Reading Skills in Bhutanese Primary Students<br><i>Pema Wangmo</i>                                                                                                                | 85-87   |
| The Reform and Policy of Korean Higher Education in an International Context<br><i>Heo Jinyeang</i>                                                                                                                               | 89-90   |
| Sustaining Indigenous Knowledge: The Teaching of Idioms in Grade 3 with Special Reference to Setswana<br><i>Refilwe M. Ramogasho</i>                                                                                              | 91-91   |
| Persons with Intellectual and Developmental Disabilities in the Workplace<br><i>Maria Carazon Castilla Colendrino</i>                                                                                                             | 93-93   |
| The History of Sicilian Mafia from an Economic Perspective<br><i>Sang Yeob Kim</i>                                                                                                                                                | 95-112  |
| The Influence of CSR on the Quality of Life of Workers in Polish Enterprises<br><i>Karol Borycki</i>                                                                                                                              | 113-116 |
| Veterinary Vaccines: Future Challenges<br><i>Muhammad A. Al-Dubait</i>                                                                                                                                                            | 117-118 |
| Hidden Curriculum and Citizenship Values<br><i>Muhtar Abd-Alkholak</i>                                                                                                                                                            | 119-121 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Antecedents of Inter-Firm Networking and Cooperation Among Small Manufacturing Firms in South Korea<br>Sanjar Shadmonov, Dong Soo Park and Byung Joon Choi                                                                          | 123-124 |
| Rethinking Visual Studies and Visual Scholarly Competencies: Critical Reflections and Proposals<br>Luc Pauwels                                                                                                                      | 125-125 |
| Foreigner Talk and Students' L1 in the Classroom<br>Kei Mihara                                                                                                                                                                      | 127-132 |
| Overlapping Relationships & Objectivity in Rural Professional Practice<br>Judi L. Malone and Barry S. Brunner                                                                                                                       | 133-133 |
| Technovation Management Capability and Its Impacts on IT Managers' Leadership Role Performance: A Nonmanagerial Network<br>Yi-Chien Lin, Ron Chuen Yeh, Pansy Chung, Kuo-Hung Tseng, Yi-Cheng Chen, Shi-Jer Lou and Tsai-Feng Cheng | 135-135 |
| Greek Shipping Industry's Attitudes Towards regulations for the Abatement of Maritime Greenhouse Gas Emissions<br>Costas Giziakis and Anastasia Christodoulou                                                                       | 137-138 |
| Leadership in Effective Elementary Schools: Five Case Studies<br>Larry Beauchamp and Jim Parsons                                                                                                                                    | 139-140 |
| Business Technology Management Capability and Its Impacts on is Managers' Role Performance<br>Yi-Chien Lin, Ron Chuen Yeh, Kuo-Hung Tseng, Shi-Jer Lou, Tsai-Feng Cheng and Yi-Cheng Chen                                           | 141-141 |
| Anatomy of Tribal Architecture of Aruko Valley<br>Anil Kumar Chilakapati                                                                                                                                                            | 143-151 |
| Stock Prices and the Efficient Market Hypothesis: Evidence from Linear and Non Linear Stationarity Tests<br>Onur Gozbasli, Alper Aslan and Oguz Ocal                                                                                | 153-153 |
| Perception of Creativity and Age in the Workforce Context<br>Kara Chan, Anne Hui and Sheung-Tak Chang                                                                                                                               | 155-155 |
| Intercultural Communication Competence of Their Indian Co-Workers as Perceived by European Expatriate<br>Axel Raine                                                                                                                 | 157-175 |
| Beyond Motivation<br>Chongrak Sithirak                                                                                                                                                                                              | 177-187 |
| The Relationship Between Emotional Intelligence and Transformational Leadership: An Investigation in a Non-Profit Organization<br>Funda Elmas Kelay, Selin Melis Camgöz, Pinar Bayhan Karapinar and Aislee Ergeneff                 | 189-189 |
| Simulator Investment Project for Mexican Companies, Assessment of its Social Benefits<br>Laura Verónica Herrera Franco, Adolfo Rodríguez Parada, Yara Anahí Jiménez Pileto and Gustavo Rafael Salto Alarcón                         | 191-191 |

iv Contents

|                                                                                                                                                  |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| The Communicative Competence Formation and the Dual Role of a Text in this Process<br>Julia Collava                                              | 193-195 |
| An Important Technique for Management to to Compete in the New Economy Period:<br>Guerrilla Marketing<br>Cemre Eda Yar and Şerife Gamze Albayrak | 197-199 |
| Effectiveness of Brand Positioning Strategies: An Empirical Investigation for Automobile Brands<br>in Turkey<br>Eryigit Canan and Eryigit Mehmet | 201-204 |
| Gen Y Employee Engagement and ROI: An Indian Perspective<br>Rukma Vasudev and A. S. Balasubramanya                                               | 205-205 |
| Author Index                                                                                                                                     | 207-208 |

Conference of the International Journal of Arts & Sciences is not responsible for the content of the individual manuscripts.

All correspondence should be mailed to the Associate Editor: Dr. Joseph Bonnici, Vance Hall, 4th Floor, Central Connecticut State University, 1615 Stanley Street, PO Box 4010, New Britain, CT 06050-4010, USA.

The manuscripts contained in this volume were double blind refereed.



## **SIMULATOR INVESTMENT PROJECT FOR MEXICAN COMPANIES, ASSESSMENT OF ITS SOCIAL BENEFITS**

**Laura Verónica Herrera Franco, Adolfo Rodríguez Parada, Yara Anahí Jiménez Nieto and  
Gustavo Rafael Solís Alemán**

*Universidad Veracruzana, México*

The use of a simulator is appropriate for economic organizations and decision makers, hence the build one for small and medium entities in Mexico, in this case the area of finance for investment projects with characteristics of simplicity and likely scenarios representing applying economic resources. Also favoring the practice or improvement in skills in this regard, decreasing the risk of loss in the expected results could even be a custom build minds and willing to develop entrepreneurial attitudes and suggest changes to planned results. Whoever does not have an acquisition cost also seeks to satisfy a community need in the financial field learning. Once implemented the proposed social benefit is evaluated with a model suggested by the objectives set for this research.

**Keywords:** Simulator, Social benefits, Investment, Projects, Companies.

## International Journal of Arts & Sciences

Multidisciplinary conferences in a "study abroad" format

Home | Directory | Rates | Policies | Contacts | Pages

### Remaining Academic Conferences for 2012



**HOME PAGE**  
**GENERAL INFO**

Before the end of summer 2012, we will list all the conferences for the 2012 academic year. It is expected that there will be about 10-12 conferences in the following locations: Malta, Paris, Vienna, Prague, Boston, Toronto, Las Vegas, and Florence.



Each IJAS program (i) introduces professors and other delegates to geographical locations that would be ideal for a study abroad program, and (ii) hosts an academic conference for research presentations in the following tracks:

- Social Sciences and Humanities,
- Business and Economics,
- Teaching and Education, and
- Technology and Science.

Delegates may take complimentary tours during the conference in a rigorously planned educational and cultural program. Click [here](#) for more information.

Delegates may also register for an optional one-credit hour graduate-level course entitled *How to Organize a Study Abroad Program*. Click [here](#) for information about this practicum-oriented course specially tailored for academics.

"I'm now pretty bored with single discipline conferences  
because chances are you only learn about things you know already."  
- Stefan Sagmeister



#### The Journal

The *International Journal of Arts & Sciences* (IJAS) was founded in 2005 as a double-blind refereed journal. Its first issue was published one year later in hard-copy format. Each issue was driven by a call for papers focusing on a particular topic such as the above 2007 collection of pedagogical articles. In 2008, the journal adopted a two-pronged strategy to reach out beyond American academia to a truly global audience. First, it launched a series of refereed international conferences promoting both traditional research and study abroad programs. Second, with effect from late 2009, the journal started disseminating its research in electronic format. Its [editorial board](#) welcomes submissions from universities around the world. IJAS recognizes the best research papers and contributes to international education through competitive awards. Our articles are increasingly accessed - click [here](#) - through Google Scholar. The journal is indexed in [Ulrich's](#) serials directory and [Cabells](#) directories of *Educational Curriculum & Methods* and *Educational Psychology and Administration*.

## International Journal of Arts & Sciences

Click the above buttons for the other conferences.

### VIENNA, SLOVAKIA & HUNGARY MULTIDISCIPLINARY CONFERENCE

April 1-5, 2012



Online submissions will be accepted until February 2, 2012.  
If you need a Schengen Visa, please apply early.



Every year we host a conference in Bad Hofgastein, Austria, at end of the academic year. This is a highly popular conference and draws droves of delegates into its Alpine setting. In an attempt to limit the size of this May conference, we have decided to offer two conferences in Austria every year. Our second addition is Vienna which will run one week before Easter.

Vienna lies on the other side of Austria, in the East, close to Slovakia and Hungary. As a result, in addition to the research presentations in Vienna, we will also organize a bus tour program in Slovakia and Hungary during this conference.

Along with nearby Bratislava, Vienna forms a metropolitan region with 3 million inhabitants, and this region is referred to as Twin City.

- o Online abstract submissions will be accepted until February 2, 2012.
- o Pay the registration for the conference before February 12, 2012.
- o The conference will be held during April 1-5, 2012, starting with a welcome walk outside Vienna on April 1, 2012, in the afternoon.
- o Email your formatted manuscript (see [template](#)) to [ManuscriptSubmission@gmail.com](mailto:ManuscriptSubmission@gmail.com) *after* your online submission is accepted and *before* April 30, 2012.
- o The proceedings and journal will be published in late October 2012.

Within a few days of receiving your online abstract submission, we will notify you of the reviewers' acceptance or rejection, for the conference.

If we inform you that it is an acceptance and you would like to publish your research, follow the model format [here](#) and email us your formatted document in Microsoft Word. You may do so up to July 10, 2012.

Abstracts and summarized articles will be published in the proceedings entitled *Conference of the International Journal of Arts and Sciences*, in CD-ROM format (ISSN 1943-6114).

Full length manuscripts may be published in the *International Journal of Arts and Sciences*, also in CD-ROM format (ISSN 1944-6934). The review process for the journal is slower and more demanding in its standards. Although both the proceedings and the journal are refereed, research that meets the refereed standards for the conference may not meet the refereed standards for the journal.

The journal is no longer distributed in hard copy format. It is now in CD-ROM format since this makes it easier to disseminate articles ([click for examples](#)). Each registered author will receive a complimentary copy of the CD-ROM in which his/her work appears. The CD-ROMs will be airmailed in October 2011.

Registered authors who prefer a hard copy of the proceedings or journal may download the entire CD-ROM on their own computer and publish and order a hard copy of it from [Lulu.com](http://Lulu.com) for their *own* personal use.

Our articles are increasingly accessed - click [here](#) - through Google Scholar. The journal is indexed in (i) WorldCat, (ii) [Ulrich's](#) serials directory, and

(iii) Cabell's directories of *Educational Curriculum & Methods* and *Educational Psychology and Administration*.

There is no page limit on articles. We welcome both short and lengthy submissions. We don't impose a financial penalty on lengthy manuscripts.

Each registered author, irrespective of whether he or she submits a formatted abstract or paper, will receive a *Certificate of Participation*.

### **Powerpoint Presentations**

At the conference, each presentation room will be equipped with a laptop, a digital projector and a projector screen. The laptop will be set up for Powerpoint presentations. Linux and Mac users are asked to save their presentations in a compatible format. In the evolving world of Microsoft, save down to the 97-2003 format in order to ward off any problems. You may bring with you about 15 hard copies for the attendees.

Questions about your submission and presentation should be emailed to: [conference@internationaljournal.org](mailto:conference@internationaljournal.org).

### **Conference Registration Payment**

Registration is open to everyone, not just to research presenters.  
For all alternative ways of paying the registration fee, click [here](#).  
Registration fees do not include food and lodging.

Buy Ticket

**\$360 - Vienna (April 2012) Conference Registration:**

Valid for all 5 days.

Valid for one person for all conference events, on and off conference premises.

**\$240 - Vienna (April 2012) Conference Registration:**

Valid for 1 day only.

Valid for one person, for one day only, on conference premises.

**\$560 - Vienna (April 2012) Conference Registration for 2 persons:**

Valid for all 5 days

Joint registration for yourself and a co-author, child or guest, valid for all conference events, on and off conference premises.

This option is not available for *two* authors with *two or more* research presentations.

# FACTORES QUE INCIDEN EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN EL SECTOR AGRICOLA.

Congreso Internacional de Investigación *ACADEMIA JOURNALS.COM*

Cd. Juárez 2012

*Mejoramiento Continuo*

*JUAREZ.ACADEMIAJOURNALS.COM*

24 al 27 de abril de 2012

ISSN 1946-5351 Online

ISSN 1948-2353 CD ROM

Vol. 4, No. 1

## MEMORIAS

*Por orden alfabético de primer autor*

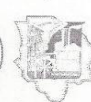
### Patrocinadores



ACADEMIA JOURNALS

### Colaboradores especiales

Miembros de la Red Temática de Investigación "Desarrollo Organizacional y Empresarial"



y

Asociación de Maquiladoras A.C. de Cd. Juárez, Chihuahua



*Con la filosofía y el afán de mejorar*

## Factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola

Adolfo Rodríguez Parada<sup>1</sup>, Yara Anahí Jiménez Nieto<sup>2</sup>, Rafael Solís Alemán<sup>3</sup>, Laura Verónica Herrera Franco<sup>4</sup>

**Resumen**—El sector productivo mexicano, en materia tecnológica enfrenta grandes retos por mitigar, de aquí la importancia de asimilar y adoptar las experiencias de otros, con el fin de impulsar el desarrollo y crecimiento de éste, mediante la propagación del conocimiento y las experiencias de los equipos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. En este mismo orden de ideas se hace necesario identificar los factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola. Para ello se realizó una investigación cualitativa-descriptiva a los productores de café de la zona centro del estado de Veracruz, encontrando que existe una actitud favorable en materia de transferencia de tecnología, y que los factores individuales – dinamizadores son factores que inciden significativamente en la transferencia de tecnología, pero son los menos fortalecidos.

**Palabras claves**— Innovación tecnológica, Transferencia de tecnología, productores, sector agrícola.

### INTRODUCCIÓN

El sector agrícola tiene un gran impacto económico a nivel mundial, la combinación de factores geográficos y climáticos son condiciones propicias para el desarrollo de este sector, pero no son decisivas para lograr una ventaja sostenible. Es de notar que a pesar de que diversas regiones del mundo cuentan con estas circunstancias, no todas presentan el mismo grado de desarrollo. El incremento de la productividad agropecuaria requiere construir la capacidad de agricultores a pequeña escala para innovar y adoptar nuevas tecnologías. La investigación y desarrollo (I+D) en el sector agrícola proporciona una base de conocimiento y de tecnologías que pueden ser usadas por los agricultores para innovar (Villavicencio Carbajal, Bañuelos Velázquez y Guadarrama Atrizco, 2010).

Vivimos en un mundo globalizado que se encuentra en una constante transformación socio-económica, en donde el ritmo está dictado por la competencia y no es de extrañar que la innovación tecnológica juegue un rol trascendental en esta evolución. Dicha innovación se encuentra en constante cambio, por lo que exige adaptaciones permanentes, que sin duda constituyen un reto a la sociedad en su conjunto. El crecimiento económico y social, el mantenimiento del empleo y la competitividad, todos pasan inevitablemente por la innovación y la transferencia de tecnología (Zarazúa et al., 2009).

La transferencia de tecnología ha ocurrido en todas las épocas, desde que los pueblos han tratado de obtener por medio lícito o ilícito los adelantos tecnológicos desarrollados por otros pueblos, esto con el objeto de aumentar su producción, mejorar su alimentación, combatir pestes y enfermedades, incrementar su potencial bélico y fortalecer su poder político. Su importancia y dimensión cultural han destacado en las tres últimas décadas, debido entre otras cosas a la globalización de la economía, la concientización de los países llamados en desarrollo y las diferentes revoluciones científicas técnicas (Avelaño, Tapia y Espinosa, 1999). Bajo este contexto se hace prescindible describir y entender el concepto de transferencia de tecnología, el cual se define como “la transferencia del capital intelectual y del *know-how* entre organizaciones con la finalidad de su utilización en la creación y el desarrollo de productos y servicios viables comercialmente” (Soto, 2006).

En este orden de ideas, los productores agrícolas quienes son los encargados de llevar a cabo las operaciones necesarias para la producción, en muchos de los casos presentan importantes retos a mitigar al momento de transferir tecnología. Algunos de estos desafíos presentes en los agricultores, muchas veces son ocasionados por la ausencia de preparación escolar, incorrecta aplicación de la tecnología o por no considerar un cambio en la manera de percibir la realidad (Tapia Naranjo, 2002). Por lo que el objetivo del presente estudio es identificar los factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola.

La organización de este trabajo se plantea de la siguiente manera. Primero, se plasma de manera general el contexto en el que se desarrolla la investigación y se plantea el objetivo que se persigue. Segundo, se aborda el estado del arte que circunscribe esta investigación. Tercero, se presentan la secuencia de actividades para el logro de esta investigación que sustenta la parte metodológica. Y finalmente se presentan los factores que inciden en la transferencia y adopción de la tecnología obtenidos como resultado de esta investigación.

<sup>1</sup> MCC Adolfo Rodríguez Parada, Facultad de Contaduría y Administración. DES Económico-Administrativa Campus Ixtac.

Universidad Veracruzana. Calle Carretera Estatal Sumidero Dos Ríos Km 1, Ixtaczoquitlan, Veracruz, México. [adrodriguez@uv.mx](mailto:adrodriguez@uv.mx)

<sup>2</sup> MCC Yara Anahí Jiménez Nieto, Facultad de Contaduría y Administración. DES Económico-Administrativa Campus Ixtac. Universidad Veracruzana. Calle Carretera Estatal Sumidero Dos Ríos Km 1, Ixtaczoquitlan, Veracruz, México. [yjimenez@uv.mx](mailto:yjimenez@uv.mx) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> MA Gustavo Rafael Solís alemán, Facultad de Contaduría y Administración. DES Económico-Administrativa Campus Ixtac. Universidad Veracruzana. Calle Carretera Estatal Sumidero Dos Ríos Km 1, Ixtaczoquitlan, Veracruz, México. [rsolis@uv.mx](mailto:rsolis@uv.mx)

<sup>4</sup> MA Laura Verónica Herrera Franco, Facultad de Contaduría y Administración. DES Económico-Administrativa Campus Ixtac. Universidad Veracruzana. Calle Carretera Estatal Sumidero Dos Ríos Km 1, Ixtaczoquitlan, Veracruz, México. [vherrera@uv.mx](mailto:vherrera@uv.mx)

#### ESTADO DEL ARTE

El crecimiento económico de un país, depende en gran medida de la capacidad de éste por innovar. Soto (2006) plantea que la forma de interacción entre la universidad, la empresa y el gobierno, junto con estructuras e instrumentos que apoyan la transferencia de conocimiento y tecnología, han sido los principales detonantes en el crecimiento de algunos países. Los cuales han tenido la capacidad de relacionar crecimiento económico y competitividad con innovación.

Es, en este contexto que las investigaciones desarrolladas en materia agrícola y la aplicación de sus resultados, se han constituido en uno de los motores del desarrollo económico de los países (Aveldaño, Tapia y Espinosa, 1999).

Existe una diversidad de estudios que analizan bajo diferente perspectiva a la transferencia de tecnología, así como su incidencia en el sector agrícola. A continuación se describirán algunos de estos estudios, los cuales son de relevancia en el desarrollo de esta investigación.

Hay un amplio consenso sobre la importancia de la colaboración entre los agentes de la transferencia tecnológica, en donde la investigación debe ir más allá de la producción y publicación de los resultados, debe existir una estrecha colaboración que desemboque en una exitosa transferencia de tecnología. Bajo este enfoque Gorschek et al (2006) proponen un modelo de transferencia de tecnología universidad-empresa en donde el trabajo del investigador no se limita a investigar, sino que además se encamina a que ocurra la transferencia de tecnología.

Como factores primordiales en la discusión sobre transferencia tecnológica universidad-empresa cabe destacar, la necesidad de regular esta colaboración definiendo el nuevo rol del académico y sus funciones específicas en la industria privada logrando que se realice una investigación desinteresada. Así mismo atender el problema de la baja inversión pública en I+D que empobrece el sistema de investigación (Colyvas et al., 2002; Lee, 1996).

En Marchesan y Senseman (2010), se identificaron enfoques para promover la transferencia de tecnología generada en universidades públicas brasileñas hacia las zonas rurales. El resultado de este estudio fue un enfoque experimental para la transferencia de tecnología en un sistema de universidad pública brasileña. El enfoque contempla la transferencia de tecnología a las áreas rurales a través de: cooperativas y asociaciones agrícolas, consultoras y empresas, colegios, gobierno y organizaciones no gubernamentales.

En el trabajo realizado por Torres et al. (2008), se presenta un modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. El modelo permitió determinar los elementos que varían de una unidad a otra, en dependencia de los diferentes factores que caracterizan a cada predio, entre los que se pueden señalar el nivel de introducción de la tecnología del banco de biomasa y las variables productivas y económicas.

Zarazúa et al. (2009), comentan que el crecimiento económico y social, el empleo y la competitividad, pasan inevitablemente por la innovación y la transferencia de tecnología. Sin embargo, la situación en el contexto agrario no es satisfactoria en cuanto a dicho proceso. Por lo que en su estudio destacan la importancia de caracterizar los esquemas de innovación y transferencia tecnológica en el sistema-producto, mediante la aplicación de la perspectiva de Redes Sociales. La visión que proporcionan las redes sociales, permite identificar la existencia de más de un perfil de usuario tecnológico, evidenciando con ello la idoneidad de la visión lineal que impera en los "policy-makers" mexicanos cuando del proceso de innovación (investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, marketing y comercialización) y su transferencia (generación de tecnología, validación, transferencia y adopción) en el sector rural se trata.

En el estudio realizado por Ogunsumi (2010), se analizan los diferentes postulados teóricos y resultados de investigación, sobre los factores asociados con la adopción de tecnología y la sostenibilidad. Fueron evaluados y analizados los siguientes modelos: Transfer of Technology (TOT) Model, Adaptive Technology Transfer (ATT) Model, Farming Systems Research (FSR) Model, Farmer-First Research (FFR) Model, Farmer-Back to-Farmer (FBT) Model, Farmer-First-Farmer-Last (FFFL) Model y Beyond Farmer First (BFF) Model. Esto con el fin de desarrollar un modelo de adopción tecnológica, que responda a las necesidades de los agricultores en el suroeste de Nigeria.

En el trabajo realizado por Aveldaño, Tapia y Espinosa (1999), se presentan algunas estrategias generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Estas estrategias van orientadas a la generación y transferencia de tecnología para resolver situaciones de mediano y largo plazo de la agricultura mexicana; lo cual implica una mayor eficiencia en el uso de los escasos recursos disponibles, así como de la formación y actualización técnico-científica de los investigadores mexicanos.

Se destaca en Xuedong (2006), la importancia que tenía para el gobierno chino contar con una perspectiva política en materia de transferencia de tecnología en la agricultura china. Así mismo sostiene que la transferencia de tecnología en la agricultura juega un papel esencial en el aumento de la productividad agrícola, en los ingresos de los agricultores y en el fomento de la agricultura. Por ello que el gobierno pusiera en práctica la "green box policy", la cual buscaba a traer más capital de todos los ámbitos de la sociedad para apoyar la transferencia de tecnología en el sector agrícola.

Para fines de la generación del instrumento (cuestionario), el cual servirá en la recolección de los datos que serán procesados para la obtención de resultados de ésta investigación. Adaptaremos a nuestro caso de estudio, la matriz de relación cruzada que incide en el ciclo de vida de la relación Universidad-Sector Productivo propuesta por Espinoza (1999).

#### METODOLOGÍA

El estudio se enmarcó en el tipo exploratorio, ya que sólo se hizo una sola medición en el tiempo mediante la aplicación de un instrumento (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 1991). Es no experimental, ya que no se hará

manipulación alguna de las variables de estudio (Silva, 2006); Se eligió una investigación cualitativa descriptiva, tomando como referencia la metodología propuesta por Ojeda (2000) con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿cuáles factores inciden en la transferencia tecnológica en el sector agrícola?

Para el desarrollo de esta investigación, se tomó como objeto de estudio a los productores de café del estado de Veracruz. La producción nacional de café se encuentra principalmente en cuatro estados: Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca (INEGI, 2011). Dentro de los cuáles Veracruz, además de presentar un alto rendimiento por hectárea, presenta características únicas dadas estrictamente por la altura generando beneficios en la calidad, cuerpo, sabor y aroma (Gómez, 2003; Licona, Díaz y Escamilla, 2007). Debido al enfoque cualitativo del estudio se tomó una muestra representativa (Ojeda, 2000), para la cual de los 82 municipios de Veracruz, se consideraron los 31 que concentran el 82% de la producción de café del estado (INEGI, 2011); Para esos 31 municipios Perea, Quezada y Rivas Tovar (2008), en su estudio realizan una estratificación, llegando a encontrar que seis municipios cuentan con las características climáticas y de suelo idóneas para producir café de altura, además de ser los que más contribuyen con el volumen de producción y rendimiento de superficie trabajada, por lo que se decidió encuestar a un productor de cada municipio y conseguir así seis opiniones. Cabe mencionar que sólo un productor, el cual ya había aceptado contestar el cuestionario, durante la vista externo que *“las cosas del café son solo de él y que no tiene por que andarlas comentando, ni contestando preguntas”*.

Para recolección de la información fue necesario elaborar un cuestionario para ser aplicado a los productores de café (Valente y Soto, 2007). El instrumento consiste en un conjunto de afirmaciones o juicios, los cuales fueron evaluados por el método de escalamiento tipo likert (Ossgood, Suci y Tennenbaum, 1986). Dentro de este contexto, para el espectro de estudio de los factores que inciden en la transferencia tecnológica en el sector agrícola, consideramos lo expuesto por Espinoza (1999), quien propone la identificación y organización de los factores tomando en cuenta una doble condición; la primera es su definición por el contexto y/o nivel de pertenencia, que contempla tres categorías: factores estructurales, institucionales e individuales; la segunda condición está definida por el alcance del efecto, en la cual se asumen tres categorías: factores potenciadores, dinamizadores e inhibidores. Con la finalidad de establecer su origen e influencia de los factores para actuar con ellos y sobre ellos en el proceso de transferencia de tecnología se registraron en una matriz, tal y como lo propone Ríos y Perozo (2007), con base en las intersecciones de la matriz se propusieron indicadores de los cuales se obtuvieron las premisas del cuestionario.

Una vez obtenidos los cuestionarios, que fueron aplicados a los productores de café, para analizar los resultados, se realizó la ponderación de las respuestas conforme a la escala de likert compilando y organizando la información de cada encuesta en una matriz de relación cruzada (Ospina Rave et al, 2005), la cual permitió la interpretación de la información para poder llegar a la obtención de resultados y generar las conclusiones finales de esta investigación (Cassia Viviana y Ramírez de Arellano, 2006).

#### RESULTADOS

La primera interpretación de resultados arrojó que: los productores de café encuestados tienen una actitud hacia la transferencia de tecnología ligeramente favorable. La Figura 1 demuestra este resultado.

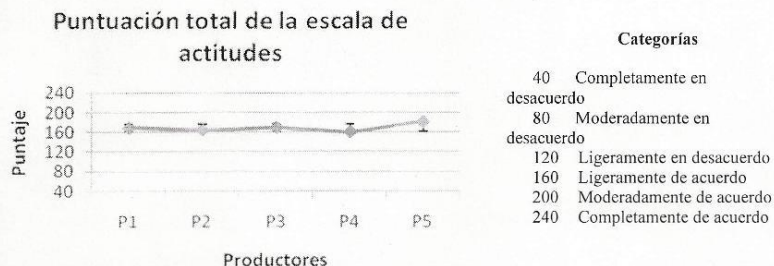


**Figura 1.** Distribución de puntajes de la actitud de los productores de café hacia la Transferencia de Tecnología.

#### *Factores estructurales – potenciadores, dinamizadores e inhibidores.*

En relación a los factores estructurales – factores potenciadores, se tiene que: Los productores de café están ligeramente de acuerdo que el avance de conocimiento, la turbulencia económica, las expectativas del sector y el crecimiento de la capacidad científica internacional, inciden en la transferencia de tecnología. En este sentido, se tiene que: el 60% de los productores están consientes que la transferencia de tecnología constituye un elemento crítico en la estrategias de negocios, sin embargo el 80% tiene una actitud desfavorable, sobre que se ha construido dentro de las empresas una cultura de compartir y pensar colectivamente; el 80% está de acuerdo que la incertidumbre económica del país, potencializa el uso del capital intelectual de las universidades; sin embargo, a pesar de esta necesidad un 60% tiene una actitud desfavorable, en

cuanto a que los productores están siendo beneficiados de la investigación y experticia de las universidades públicas y privadas.

Otro rubro a considerar en cuanto a factores, es la relación de factores estructurales – factores dinamizadores. Los productores en cuanto a políticas para elevar la capacidad nacional y subsidiar programas para la transferencia de tecnología, tienen una actitud desfavorable sobre la existencia de estos, en cuanto a la transferencia de tecnología en la región. El 70% de los productores está de acuerdo en la necesidad de que el gobierno incentive la creación de políticas, estrategias, investigación e impulse la inversión directa como vía para transferir tecnología.

En cuanto a los factores estructurales – factores inhibidores, los productores están de acuerdo, que una relación universidad- empresa es impulsora de la transferencia de tecnología y que se hace necesario compartir capacidades científicas, tecnológicas y de negocios.

*Factores institucionales – potenciadores, dinamizadores e inhibidores.*

Factores institucionales – factores potenciadores. La actitud de los productores en cuanto a esta relación es a favor, el 100% considera que: el proceso de innovación incrementa la capacidad de los individuos y las organizaciones y que se hace necesario la asociación con universidades locales, resaltando que estas instituciones ya han dado el primer paso para estrechar esta relación.

En relación a los factores institucionales – factores dinamizadores. El 100% de los productores están ligeramente de acuerdo en que: existen organismos dedicados a planificar, organizar y administrar la vinculación con las organizaciones, que la transferencia de tecnología debe ser incorporada al proceso productivo y que tienen conocimiento sobre el soporte económico que brindan los organismos, para proyectos de transferencia de tecnología.

En cuanto a factores institucionales – factores inhibidores. Los resultados muestran que el 60% de los productores están ligeramente de acuerdo, en que las empresas productoras de café tienen ausencia de una visión innovadora y conocimientos sobre propiedad intelectual.

*Factores individuales – potenciadores, dinamizadores e inhibidores.*

Factores individuales – factores potenciadores. En cuanto a esta relación, el 70% de los productores están ligeramente de acuerdo, que los académicos de las universidades tienen una alta visión científica y tecnológica, para que se lleve a cabo el proceso de transferencia tecnológica. En lo relacionado a factores individuales – factores dinamizadores, se encontró que el acceso a financiamientos de proyectos de transferencia de tecnología es un indicador desfavorable para la región, de igual manera la motivación para relacionarse con la universidad, es la escasez de conocimientos técnicos y no hacer una inversión de riesgo. Por último en cuanto los factores individuales – factores inhibidores, los productores coinciden en que en su sector, existen presiones culturales, ideológicas, políticas y económicas que inciden en la transferencia de tecnología.

La Figura 2 ilustra la relación de estos factores, tal y como se viene describiendo.

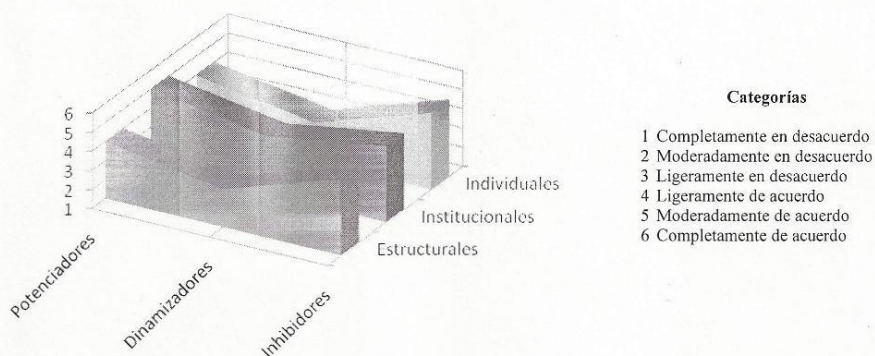


Figura 2. Escala de actitudes por relación entre factores.

#### CONCLUSIONES

La naturaleza exploratoria del estudio fue de gran ayuda, éste nos permitió comprender el marco en el que se desarrolla la transferencia de tecnología en el sector agrícola mexicano. La transferencia de tecnología requiere de esfuerzo constante y mucho más para aquellos países con fuertes rezagos sociales y económicos como México, por lo que se debe poner especial atención a la generación y desarrollo de estrategia que coadyuven en el fortalecimiento de los factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola (Aveldaño, Tapia y Espinosa, 1999).

Las relaciones propuesta por Espinoza (1999) para la identificación y organización de los factores, permitieron interpretar con mayor claridad los factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola. Es de destacar que los productores de café quienes fueron tomados como objeto de estudio, conciben una percepción favorable sobre la transferencia de tecnología.

Los primeros resultados nos indican, que la relación de los factores individuales – dinamizadores que corresponden a las condiciones de: actitudes, capacidades, disposición de las personas y las acciones que intervienen en el proceso son factores que inciden significativamente en la transferencia de tecnología, pero son los menos fortalecidos a decir de los productores ya que: no son suficientes las garantías financieras para llevar a cabo la transferencia de tecnología, no es suficiente el financiamiento por parte de las universidades para proyectos de transferencia de tecnología, los proyectos de transferencia tecnológica gestados en las empresas no están siendo apoyados suficientemente por el gobierno y la motivación por parte de los productores para vincularse con la universidad, no es por los conocimientos técnicos o por un deseo de limitar la inversión de riesgo.

Por otra parte, las relaciones factores estructurales - inhibidores, institucionales – inhibidores e individuales – inhibidores que corresponden a condiciones: económicas, políticas, culturales, sociales, científicas y tecnológicas, capacidades, condiciones y elementos, acciones y actitudes que impiden el proceso, son factores en donde los productores están de acuerdo en que para que se dé la transferencia de tecnología: se debe compartir la capacidad científica, tecnológica y de gestión de negocios; tener una visión innovadora; conocimientos de propiedad intelectual; el sector debe resistir a presiones culturales, ideológicas, políticas y económicas; desarrollo de habilidades en el capital intelectual y generación de alianzas.

Por último, creemos que esta investigación es de gran utilidad, ya que permitió identificar los factores que inciden en la transferencia de tecnología en el sector agrícola. Así también se observó que el universo de estudio en materia de transferencia tecnológica en el sector agrícola es muy amplio. Por lo que el estudio puede ser tomado como punto de partida para futuras investigaciones, en el que puedan ser medidas variables como grado de estudio, edad, nivel económico, etc., y así poder determinar si algunas de estas variables altera la percepción que tienen los productores con respecto a los factores identificados.

#### REFERENCIAS

- Aveldaño, R., Tapia, A., Espinosa, A. (1999). Generación y transferencia de tecnología en el INIFAP, para el Desarrollo de la Agricultura Mexicana. *Terra Latinoamericana*. 17(3): 265-270.
- Cassia Viviana, S.S. y Ramirez de Arellano, A. (2006). Análisis de los factores que influyen en el éxito de la transferencia tecnológica desde los institutos tecnológicos a las PYMES: los casos de España y Brazil. *Journal of Technology Management & Innovation*. 1(4): 57-70.
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R., Rosenberg, N. y Sampat, B. (2002). How Do University Inventions Get Into Practice?. *Management Science*. 48(1): 61-72.
- Espinoza, R. (1999). Naturaleza y alcance de la relación Universidad-Sector Productivo. *Tesis Doctoral en Ciencias Humanas*. Universidad del Zulia, Maracaibo.
- Gómez, R. (2003). Situación de la Red Café, Oportunidades de Desarrollo en México. *FIRA Boletín Informativo*. 35(320).
- Gorschek, T., Wohlin, C., Garre, P. y Larsson, S.A. (2006). A Model for Technology Transfer in Practice. *IEEE Software*. 23(6): 88-95.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (1991). Metodología de la investigación. McGRAW - HILL.
- Lee, Y. S. (1996). Technology Transfer and the Research University: A Search for the boundaries of University-Industry collaboration. *Research Policy*. 25(6): 843-863.
- Licona, A.L., Díaz, C. y Escamilla, E.P. (2007). Tecnología tradicional de sistemas diversificados con café: recuperación, valoración y transferencia. Innovación tecnológica y desarrollo rural con pequeños agricultores. *Universidad Autónoma Chapingo*, Chapingo, México.
- Marchesan, E. y Senseman, S.A. (2010). Brazilian university technology transfer to rural areas. *Ciencia Rural*. 40(10): 2243-2248.
- Ospina Rave, B.E., Sandoval de Jesús, J., Aristizábal Botero, C.A. y Ramírez Gómez M.C. (2005). La escala Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de la enfermería en el cuidado de la salud. *Invest Educ Enferm* 23(1): 14-29.
- Ogunsumi, L.O. (2010). Synthesis of extension models and analysis for sustainable agricultural technologies: lessons for extension workers in southwest, Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 1(6): 1187-1192.
- Ojeda, E.L.A. (2000). Innovación tecnológica interactiva: Bases y perspectivas en México: estudio en la cuenca del Papaloapan. *Tesis Doctorado en Ciencias Agrarias*. Universidad Autónoma Chapingo, estado de México.
- Ossgood, C., Suci, G. y Tennenbaum, P. (1986). Medición de Actitudes. Editorial Trillas.
- Perea Quezada, J. y Rivas Tovar, L.A. (2008). Estrategias competitivas para los productores cafetaleros de la región de Córdoba, Veracruz, frente al mercado mundial. *Revista Contaduría y Administración UNAM*. 1(224): 9-33.

Ríos, M. y Perozo, B. (2007). Factores que inciden en la creación de una unidad de gestión de capital intelectual en el núcleo Luz-Col. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*. 13(2): 123-148.

Soto, M. (2006). Transferencia tecnológica, ¿Qué podemos aprender de la experiencia internacional?. *Journal of Technology Management & Innovation*. 1(3): 1-3.

Tapia Naranjo, A. (2002). El proceso de investigación y transferencia de tecnología en el sector agricultura. La experiencia del INIFAP. *Revista de la Facultad de Economía – BUAP*. 7(20): 179-183.

Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. y Noda, A. (2008). Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(2): 133-139.

Valente, M.R. y Soto, A. (2007). Modalidades de transferencia tecnológica en la vinculación universidad - sector productivo: Motivaciones y obstáculos. *Revista de ciencias sociales*. 8(2): 290-302.

Villavicencio Carbajal, D., Bañuelos Velázquez, E. y Guadarrama Atrizco, V.H. (2010). Impacto del Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT en el sector agropecuario: transferencia del conocimiento y atención de prioridades. *Trabajo presentado en el 5º Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad 2010: Tecnologías Convergentes para la Competitividad Homenaje a Peter Drucker*. 25, 26 y 27 de Agosto de 2010. Guanajuato, México.

Zarazúa, J.A., Solleiro, J.L., Altamirano Cárdenas, R., Castañón Ibarra, R y Rendón Medel, R. (2009). Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales: Revista de Investigación Científica*. 17(34): 37-71.

**GISVO: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA  
COMPETITIVIDAD OPERATIVA VEHICULAR EN LA LOGISTICA.**

**Coloquio de Investigación Multidisciplinaria  
CIIM-2010**

**Evento Internacional**

**Septiembre 30 y Octubre 1 de 2010**

**Orizaba, Veracruz, México**

organizado por



**Instituto Tecnológico de Orizaba**



**Universidad Nacional Experimental  
"Rafael María Baralt"**

**LIBRO ELECTRÓNICO**

**ISBN: 978-607-00-3442-8**

Áreas Participantes

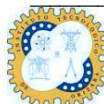
Ingeniería Industrial.  
Ciencias Administrativas.  
Sistemas computacionales.  
Ingeniería Electrónica.  
Ingeniería Mecánica.  
Investigación Educativa.  
Ingeniería Química.  
Áreas afines.

ISBN: 978-607-00-3442-8



9 786070 034428

*Instituto Tecnológico de Orizaba*  
*"Coloquio de Investigación Multidisciplinaria"*  
*Evento Internacional, Septiembre 30-Octubre 01, Orizaba, Veracruz.*



**SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA**



**Universidad Nacional Experimental**  
**"Rafael María Baralt"**

**Libro Electrónico**  
**ISBN: 978-607-00-3442-8**

**Coloquio de Investigación Multidisciplinaria**  
**Evento Internacional 2010**

**Editores**

*Dra. Ma. Eloisa Gurruchaga Rodríguez*  
*M.C. María Cristina Sánchez Romero*  
*M.C. María Antonieta Abud Figueroa*  
*M.C. Blanca Estela González Sánchez*  
*M.C. José Saúl Rocha Aragón*  
*M.C. Víctor Ricardo Castillo Intriago*  
*Dr. Freddy H. Arévalo Cohén*  
*Dra. Leticia López Zamora*  
*Dr. Juan Manuel Méndez Contreras*

**Orizaba, Veracruz, México**

**Sep. 30, Oct. 1 2010**

Orizaba, Veracruz

Coloquio de Investigación Multidisciplinaria  
CIIM-2010 i

Sept. 30 – Oct. 01, 2010

## ÍNDICE

|                   |                                 |             |
|-------------------|---------------------------------|-------------|
| <b>Capítulo 1</b> | <b>Ingeniería Industrial</b>    | <b>2</b>    |
| <b>Capítulo 2</b> | <b>Ciencias Administrativas</b> | <b>273</b>  |
| <b>Capítulo 3</b> | <b>Sistemas Computacionales</b> | <b>487</b>  |
| <b>Capítulo 4</b> | <b>Ingeniería Electrónica</b>   | <b>646</b>  |
| <b>Capítulo 5</b> | <b>Ingeniería Mecánica</b>      | <b>654</b>  |
| <b>Capítulo 6</b> | <b>Investigación Educativa</b>  | <b>698</b>  |
| <b>Capítulo 7</b> | <b>Ingeniería Química</b>       | <b>869</b>  |
| <b>Capítulo 8</b> | <b>Áreas Afines</b>             | <b>1015</b> |

## CAPÍTULO 3 SISTEMAS COMPUTACIONALES

|    |                                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | <b>Diseño y Desarrollo de un Módulo para la Generación de Estadísticas Operativas del Área de Neonatología</b><br><i>L.I. Enrique Martínez Téllez, M.C.E. Beatriz A. Olivares Zepahua, M en C. María A. Abud Figueroa, MRT. Ignacio López Martínez</i>    | 489 |
| 2  | <b>Desarrollo de un sistema gestor de aprendizaje para el Hospital Regional de Río Blanco</b><br><i>Ing. Jorge Domínguez Hernández, M. en C. S. Gustavo Peláez Camarena, M. en C. Ma. Antonieta Abud Figueroa, M. en C. Aarón Montiel Rosales</i>         | 497 |
| 3  | <b>Virtualización y Laboratorios Virtuales.</b><br><i>M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina, Ing. Guillermo Hermida Saba, M.I. José Hernández Silva, M.R.T. Juan José López Ávila</i>                                                                         | 506 |
| 4  | <b>Comparación de técnicas predictivas al punto de reorden en inventario</b><br><i>Ing. Arturo Getsemani Roa Borbolla., Dr. Abelardo Rodríguez León, Dr. Alberto Alfonso Aguilar Lasserre.</i>                                                            | 513 |
| 5  | <b>Desarrollo de un entrenador médico para el área de Neonatología del Hospital Regional de Río Blanco usando razonamiento basado en casos</b><br><i>ISC. Hiram Cortés Islas, Dr. Guillermo Cortés Robles</i>                                             | 520 |
| 6  | <b>Guías para la evaluación de usabilidad durante el desarrollo del software</b><br><i>LSCA Elizabeth Guevara Roa , Dra. María de los Ángeles Sumano López, Dra. María Karen Cortés Verdín</i>                                                            | 529 |
| 7  | <b>Ajustes a la Técnica de Puntos de Casos de Uso para Estimación de Productos Software</b><br><i>M.A.T.I. Beatriz Gutiérrez Almaraz, M.I.S Ma. de Lourdes Hernández Rodríguez,</i>                                                                       | 536 |
| 8  | <b>Evaluación arquitectónica orientada a aspectos para sistemas en Java</b><br><i>Eunice Martínez Ramos, Ulises Juárez Martínez, Giner Alor Hernández, Ana María Chávez Trejo</i>                                                                         | 544 |
| 9  | <b>Modelo de Negociación basado en el Lenguaje Corporal de los participantes: Software de apoyo.</b><br><i>Lic. Candy Atonal Nolasco. Dr. Bernardo Parra Victorino</i>                                                                                    | 552 |
| 10 | <b>Modelo para detectar trastornos auditivos en niños preescolares utilizando tecnologías de la información.</b><br><i>Lic Grisel Hernández Bautista, Dr. Raúl Morales Carrasco, M. en C Adolfo Aguilar Rico, Dra. Georgina Flores Becerra</i>            | 560 |
| 11 | <b>Herramienta para la visualización de Objetos de Aprendizaje</b><br><i>LSCA. Carlos Gustavo Melo Estrada , M.C. Ma. Antonieta Abud Figueroa, M.C. Celia Romero Torres, M.C. Ana María Chávez Trejo</i>                                                  | 567 |
| 12 | <b>Diseño e implementación de una herramienta para la visualización de objetos de aprendizaje en dispositivos móviles</b><br><i>Maritza Bustos López, M.C. Ana María Chávez Trejo , Dr. Giner Alor Hernández, M.C. María Antonieta Abud Figueroa</i>      | 578 |
| 13 | <b>Navegación robótica basada en reglas difusas.</b><br><i>Salvador Medrano Romero, Ulises Castañeda Islas, M.C. José Antonio Cruz Zamora.</i>                                                                                                            | 586 |
| 14 | <b>Polimorfismo familiar: componentes de software con CaesarJ</b><br><i>Ing. Paz Rosas Gómez , Dr. Ulises Juárez Martínez, M.C. Ma. Antonieta Abud Figueroa, M.C. Ana María Chávez Trejo</i>                                                              | 593 |
| 15 | <b>Desarrollo de un Repositorio para Almacenar, Localizar y Clasificar Objetos de Aprendizaje en una Entidad Médica</b><br><i>Ing. Gabriela Urbano del Angel, M.C. Celia Romero Torres, M.C. Ma. Antonieta Abud Figueroa, M.C. Ana María Chávez Trejo</i> | 600 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16 | <b>Aprovechando los defectos para prevenir su repetición. Experiencia en una organización pequeña</b><br><i>ISC, LSCA Clara Min Poblete, Dr. Juan Manuel Fernández Peña, Dra. María de los Angeles Sumano López</i>                                                       | 608 |
| 17 | <b>Arquitectura de software multiparadigma: Objetos, componentes y aspectos</b><br><i>Ing. Roosevelt López Juárez, Dr. Ulises Juárez Martínez, M.C. Ana María Chávez Trejo, M.C. Gustavo Peláez Camarena</i>                                                              | 615 |
| 18 | <b>Implementación práctica de los RPC Service usando Java, Flex y BlazeDS para la posible creación de una RIA.</b><br><i>Ing. Gustavo Laotshi Sánchez Estrada, M.S.C. Guillermo Rodríguez Briseño, M.S. José de Jesús Ceballos Mejía, Dr. Laura Elena Vázquez Murillo</i> | 623 |
| 19 | <b>Prototipo para la generación de código de aspectos a partir de meta-modelos.</b><br><i>Ing. Emmanuel Yair Rosas Sánchez, Dr. Ulises Juárez Martínez, M.C. Celia Romero Torres, Dr. Giner Alor Hernández.</i>                                                           | 631 |
| 20 | <b>GISVO: Sistema de Información Geográfica para la competitividad operativa vehicular en la logística</b><br><i>Lic. Gabriel Rodríguez Vásquez, M.C. Adolfo Rodríguez Parada, M.C. Yara A. Jiménez Nieto, Lic. Javier Contreras Ruiz.</i>                                | 639 |

## GISVO: Sistema de Información Geográfica para la competitividad operativa vehicular en la logística

Lic. Gabriel Rodríguez Vázquez  
Gerente ASTI Services  
[contacto@astiservices.com](mailto:contacto@astiservices.com)

MC Adolfo Rodríguez Parada  
Universidad Veracruzana, Facultad de Contaduría y Administración, Campus Ixtac  
[adrodriguez@uv.mx](mailto:adrodriguez@uv.mx)

MC Yara A. Jiménez Nieto  
Universidad Veracruzana, Facultad de Contaduría y Administración, Campus Ixtac  
[yjimenez@uv.mx](mailto:yjimenez@uv.mx)

Lic. Javier Contreras Ruiz  
Universidad Veracruzana, Facultad de Contaduría y Administración, Campus Ixtac  
[jcontreras@uv.mx](mailto:jcontreras@uv.mx)

Área de participación: Sistemas Computacionales

### Resumen

El uso de la información de manera estratégica por las organizaciones es crucial para su supervivencia en el mercado, haciendo que la demanda de información para el soporte en la toma de decisiones, requiera que la sociedad moderna haga uso de todos los medios que ofrecen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Por lo que el objetivo principal de este documento es describir el sistema (GISVO), basado en las nuevas tendencias tecnológicas de información georeferenciada y el análisis de datos espaciales, como un elemento de importancia creciente en la planificación, gestión y control operativo vehicular en la logística.

GISVO es un Sistema de Información Geográfico (SIG) orientado a resolver los problemas de las pequeñas y medianas empresas –distribuidoras principalmente–, relacionados a la definición, verificación y control rutas. GISVO se desarrolló usando tecnología Java y la aplicación de una estrategia de rastreo pasivo.

Actualmente GISVO se encuentra implementado en varias empresas del país y el impacto obtenido, se refleja principalmente en la disminución de accidentes por exceso de velocidad, la optimización de los recursos y la reducción del tiempo de recorrido de las rutas, debido al control del tiempo que los vehículos deben permanecer parados.

**Palabras clave:** GPS, SIG, GISVO, Google-Maps

### Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica, se han convertido en una valiosa herramienta de apoyo para el control logístico, en especial para aquellas organizaciones que en la actualidad cuentan con centros de distribución que reabastecen sus múltiples almacenes y puntos de venta y en donde se requiere del control estricto de las rutas y la optimización de la operación de los vehículos entre otros, ya que a través de la información que proporcionan se puede lograr reducir los tiempos de recorrido y las distancias, a través del manejo de valores parametrizables por viaje.

En este trabajo se presenta la arquitectura del sistema GISVO y se explican las características de sus componentes funcionales, así como las tecnologías de apoyo empleadas para su construcción; finalmente se hacen algunas aportaciones concretas acerca de los resultados y conclusiones relacionados a la operación de GISVO.

### Materiales y métodos

Actualmente existen múltiples aplicaciones orientadas al manejo de información geográfica y monitoreo de unidades, pero la mayoría de éstas, lo hace a través del rastreo de vehículos en tiempo real, mediante una interfaz Web o un servidor de pool's de posiciones. Este tipo de tecnología es útil para aquellas compañías que requieren hacer un seguimiento de su flota en diversas ubicaciones, donde sus vehículos tienen que viajar por los diferentes estados del país y se requiere saber su ubicación exacta en cualquier momento. Sin embargo, no son óptimas para muchas empresas, ya que una de las desventajas de los sistemas en tiempo real, es su costo más los gastos fijos que generan, tanto del servicio satelital o enlace de datos GPRS que se requiere, como del tipo de hardware necesario para monitorear las unidades. (Fernández y Seco, 1997).

Por otro lado, existen empresas que requieren el monitoreo de sus flotas de vehículos, pero no están interesadas en saber su ubicación en tiempo real; su interés va enfocado a la agilización de la velocidad de entrega a los clientes para incrementar sus ventas, llevar un control de rutas y la posibilidad de optimizar la operación de sus vehículos.

Por lo que otra alternativa de aplicaciones orientadas al manejo de información geográfica, son las soluciones de seguimiento a través de historiales o lo que se conoce como rastreo pasivo o post recorrido, en este caso la tecnología no funciona en tiempo real, lo que significa que no podemos saber la ubicación exacta de los vehículos en un momento determinado; pero si podemos saber cuáles fueron los lugares que recorrió después de una jornada de trabajo, ya que cada vehículo cuenta con un dispositivo que va almacenado su localización. (Gutiérrez y Gould, 1994). Estos datos espaciales almacenados pueden ser utilizados por el software de administración de flota y luego analizados para ofrecer la información necesaria para el diseño de rutas, cálculo de costos logísticos, elección y evaluación de vehículos y operadores -factores que se han convertido en elementos básicos a considerar-, para una administración eficiente de la logística vehicular. Debido a que las soluciones post recorrido sólo son receptoras y no requieren algún tipo de enlace de datos para transmitir su posición en tiempo real, son a menudo más económicas que las soluciones en línea. (Herring, 1996).

Bajo estas premisas se desarrolló un Sistema de Información Geográfica para la competitividad operativa vehicular en la logística (GISVO), orientado a las empresas que tienen su fuerza de venta en las calles y que requieren optimizar el abastecimiento de sus almacenes y puntos de venta.

**GISVO** es un SIG de rastreo pasivo, desarrollado bajo tecnología JAVA como solución tecnológica para la toma de decisiones en el área de logística, enfocado: a resolver problemas de las pequeñas y medianas empresas (principalmente distribuidores), a la definición, verificación y control de las rutas para la buena operación del vehículo y a la optimización de los recursos de la unidad a través del análisis de indicadores parametrizados por viaje.

Los vehículos a monitorear por GISVO son equipados con un receptor GPS, el cual cuenta con una memoria capaz de almacenar la información de un recorrido de hasta 48 hrs. Mientras el vehículo recorre su ruta haciendo sus entregas o ventas, la unidad receptora a través de un proceso de trilateración va registrando y almacenado en su memoria los datos geográficos de latitud y longitud, velocidad, tiempo detenido y toda la demás información necesaria para administrar con eficacia la flota.

Cuando el vehículo vuelve al punto base de la empresa, la información espacial almacenada en la memoria del dispositivo GPS es extraída por GISVO (Figura 1A), esto se hace de manera inalámbrica, ya sea por bluetooth o por un puerto de comunicación serial. Para poder establecer la comunicación entre el dispositivo y la computadora que tiene GISVO se tuvo que crear un protocolo de comunicación en java, bajo el estándar de interfaz de comunicación NMEA (National Marine Electronic Association) que es la Asociación de Electrónica de la Marina Nacional, para el intercambio de datos digitales. (Werner 1998]

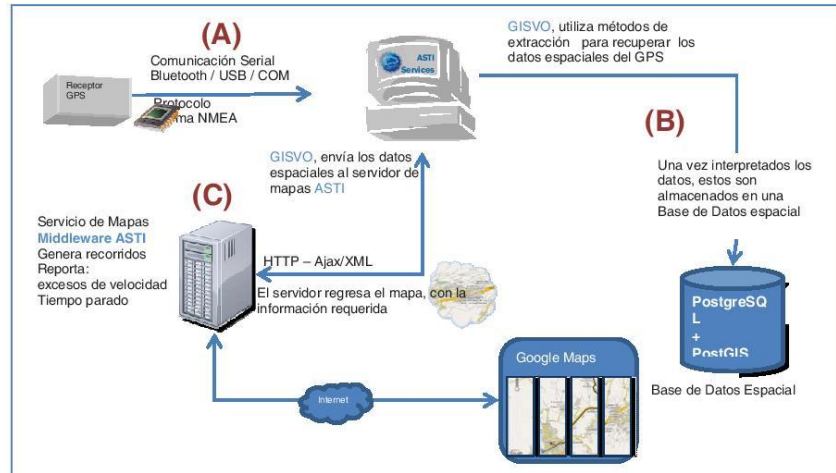


**Figura 1. Arquitectura de GISVO**

Para poder hacer uso de los datos espaciales recolectados en el recorrido de las rutas se utilizó la implementación del parser del protocolo NMEA, una vez que los datos son extraídos del dispositivo GPS por GISVO, se almacenan en una base de datos relacional con soporte espacial, la cual, "es una colección de datos referenciados en el espacio que actúa como un modelo de la realidad" (Céspedes y Muñoz, 2002); ésta, básicamente es un tipo de base de datos relacional que organiza los datos de manera que sean útiles a los SIG, ya que permite el manejo de un modelo geográfico de la realidad a través del uso de referencias territoriales como latitud y longitud a través de distintos tipos de proyecciones geográficas (Figura 1B).

El manejo de información geográfica es el elemento diferenciador de un SIG frente a otro tipo de sistemas; ya que mientras otros manejan sólo datos alfanuméricos, la base de datos de un SIG incorpora la funcionalidad de procesar datos espaciales. (Gutiérrez y Gould, 1994).

Para poder administrar la información geográfica, se utilizó PostgreSQL, que es un manejador de base de datos relacionales que incorpora la posibilidad de manipular datos de tipo espacial al igual que lo hace con los datos de tipo relacional. Dentro de las mayores ventajas de PostgreSQL está la posibilidad de ampliar su funcionalidad a través del uso de librerías de terceros como si fueran propias; dentro de estas librerías existe una que permite almacenar y administrar datos de tipo espacial; esta librería es un módulo, que agrega el soporte para el manejo de objetos gráficos al manejo de datos relacionales. PostGIS ha sido desarrollado por el Consorcio Geoespacial Abierto (OGC, por sus siglas en inglés) y está desarrollado bajo la especificación de OpenGIS (PostgreSQL 2010).

Como parte de la arquitectura propuesta para GISVO se desarrolló un middleware para el servicio de mapas (Figura 1C), el cuál, es una aplicación Web que sirve de intermediario entre el cliente GISVO y el servicio de Google Maps -que es un servicio Web de aplicaciones de mapas gratuito de Google-, esta aplicación basa su transmisión en la utilización del protocolo de comunicación http, pudiendo de esa manera realizar una transmisión más rápida de los datos. Para aumentar la interactividad y velocidad de la aplicación se utilizó una API (Aplication Program Interface) de Ajax, que permite una comunicación asíncrona con el servicio de mapas en segundo plano; de esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas.

Para poder realizar la presentación de mapas de forma gráfica, se implementó un browser embebido en un entorno de escritorio que permite conjuntar la tecnología Google con Java Swing, implementando SWT con un motor browser Geko al cual se le hizo un Wrapper.

Parte del trabajo del middleware, es analizar las consultas recibidas por el usuario y enviar los datos necesarios para que el servicio de mapas pueda representar los datos geoespaciales en la cartografía proporcionada por el servicio de Google Maps, para así obtener una respuesta acorde con la consulta solicitada, mostrando al usuario su respuesta en forma de interfaz (Figura 2).

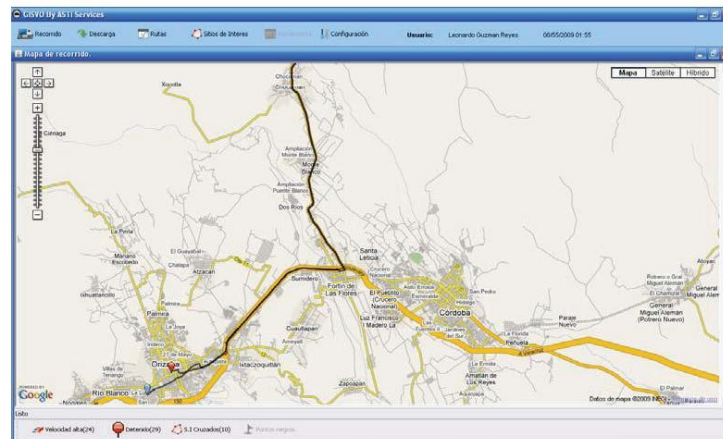


Figura 2. Ejemplo de recorrido, presentación de datos en cartografía.

Los análisis geográficos se hacen mediante la superposición de las características de los elementos de una misma categoría; como por ejemplo, la distancia entre dos elementos gráficos, que representan una entidad geográfica. De esta forma la aplicación del servidor de mapas, permite la generación tanto de recorridos, como de los datos que servirán para el análisis de la ruta.

El análisis proporcionado por GISVO le permite a la empresa saber exactamente qué pasa en el recorrido de una ruta (Figura 3), indicando: cuánto tarda, visualización de aceleraciones, visualización de detenidos, estimación del costo, hasta cuando se llevan a cabo las diversas entregas a los clientes, entre otros resultados. Este tipo de solución aplicada a los departamentos de logística se ha convertido en un apoyo valioso en la planeación de las rutas y la evaluación de los operadores, ya que a través de diferentes cálculos el encargado del departamento puede optimizar la operación.

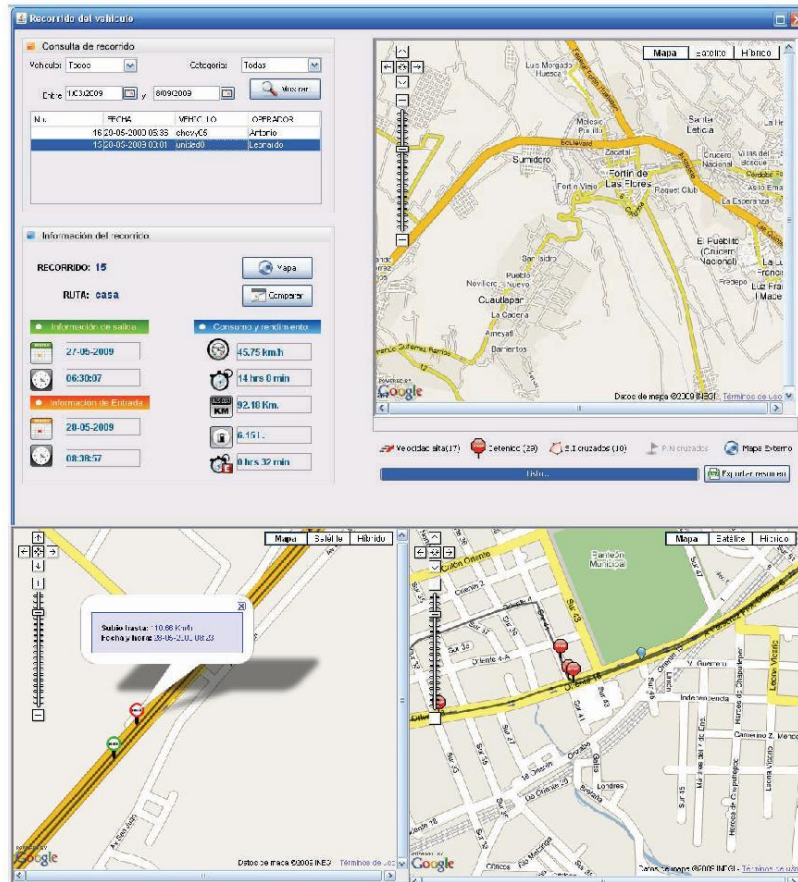


Figura 3. Análisis de recorrido

El sistema GISVO permite la parametrización de algunos factores, como la configuración de operadores y vehículos, la configuración de sitios de interés (Figuras 4 y 5) y la definición y consulta de rutas.

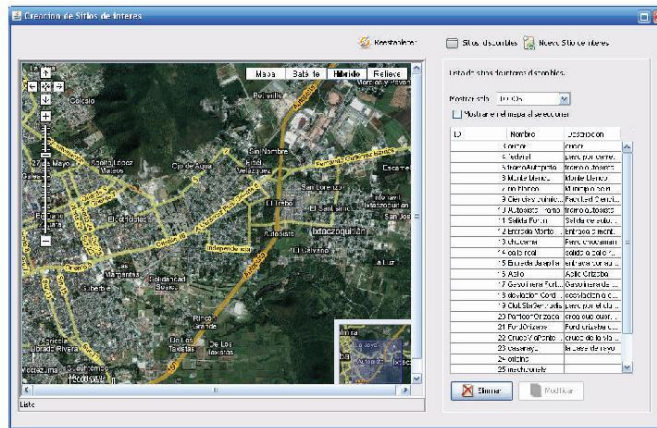


Figura 4. Configuración de Sitios de Interés en mapa

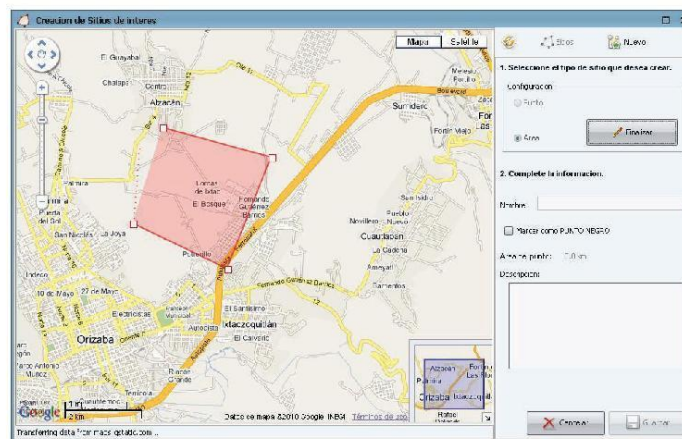


Figura 5. Creación de Sitios de Interés

## Resultados y discusión

Cabe destacar que el producto actualmente se ha implementado con éxito en algunas empresas del país, en las que se ha registrado la disminución de accidentes por exceso de velocidad, la optimización de los recursos, la reducción del tiempo de recorrido de las rutas (por el buen control del tiempo que los vehículos deben permanecer parados).

GISVO es el resultado de una exhaustiva investigación, generando nuevos retos en el área de herramientas tecnológicas que apoyan en la toma de decisiones a los administradores de las organizaciones.

### Conclusiones

GISVO, a través del sistema de postrecorridos, establece una ventaja competitiva con respecto a aplicaciones que requieren gastos fijos en el uso de transmisión de datos, asegurando así que el monto de inversión sea reducido; pero aportando la posibilidad de implementar un mejor control en la logística de la administración vehicular al promover la optimización del uso de las unidades. La mayor limitación de GISVO, se refiere a que funciona únicamente como un sistema de monitoreo y control, sacrificando el rastreo en línea.

### Referencias

1. Herring, T. A., "The Global Positioning System", *Scientific American*, 1996, pp. 32-38.
2. Fernández Rubio J.A., G.Seco Granados, "Sistemas de posicionamiento: de GPS a GNSS", *Mundo Electrónico*, 1997.
3. Céspedes, Claudia; Muñoz, Álvaro; Orellana, Cristian; Pérez, Claudio. Bases de Datos Espaciales. Universidad de Concepción. Chile. 2002.
4. Gutiérrez Puebla, Javier. Gould, Michael. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial Síntesis. 1994.
5. Werner Kumm, Radionavegación. Manual de GPS. Casos prácticos. Protocolos NMEA. Carta Electrónica. Internet y GPS. Libros Cúpula, Cúpula Náutica, Grupo Editorial CEAC, S.A.1998.
6. Rodríguez Pascual, A. "Proposición de una definición profunda de SIG". Los Sistemas de Información Geográfica en el umbral del siglo XXI. 2Q Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica. Junio 2-3 y 4. Madrid. 1993.
7. PostgreSQL Global Development Group.(1996-2010). Recuperado el día 20 de febrero de 2010 de: <http://www.postgresql.org>

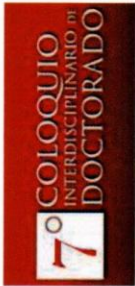
### Acerca del autor

Gabriel Rodríguez Vásquez es egresado de la Licenciatura en Informática del Instituto Tecnológico de Orizaba, Fundador y Director General de ASTI Services. Actualmente ofrece consultoría de Software y procesos a empresas como: HESA Técnica, Central de Víveres del Sureste, Super Iberia, Manufacturera 3M, entre otras.

### Autorización y renuncia

Los autores del presente artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Orizaba (ITO) para publicar el escrito en el libro electrónico del coloquio de investigación multidisciplinaria, en su edición 2010. El ITO o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.

**MODELO CONCEPTUAL PARA EL DESARROLLO DE UN CLÚSTER INDUSTRIAL, DESDE LA PERSPECTIVA METODOLÓGICA DE DINÁMICA DE SISTEMAS.**



Otorga el presente

# RECONOCIMIENTO

A Adolfo Rodríguez Parada

Por su valiosa participación en el

7º Coloquio Interdisciplinario de Doctorado

Como PONENTE

Puebla, Pue., México, 26 y 27 de junio de 2014

A handwritten signature in blue ink, belonging to Mtro. Herberio Rodríguez Regordosa.

Mtro. Herberio Rodríguez Regordosa  
Vicerrector de Posgrados e Investigación

A handwritten signature in blue ink, belonging to Dr. Carlos Vega Lebrún.

Dr. Carlos Vega Lebrún  
Director de Calidad de Posgrados