

Desarrollo de clústeres industriales: un enfoque de dinámica de sistemas

Development of industrial clusters: A system dynamics approach

*Desenvolvimento de clusters industriais: uma abordagem dinâmica do
sistema*

Adolfo Rodríguez Parada

Universidad Veracruzana

adrodriguez@uv.mx

Yara Anahí Jiménez Nieto

Universidad Veracruzana

yjimenez@uv.mx

Laura Verónica Herrera Franco

Universidad Veracruzana

vherrera@uv.mx

Patricia Espinosa García

Universidad Veracruzana

pespinosa@uv.mx

Resumen

En ésta investigación, se empleó la metodología de dinámica de sistemas (Forrester, 1961), la cual fue idónea para determinar las relaciones causales que presentan los clústeres industriales como estructuras complejas. Estableciendo los factores que intervienen en la competitividad de una región para el desarrollo de éstos; factores basados en el dinamismo que presenta el diamante de Porter (1990) y los contextos: macroeconómico, político-legal y social. Por lo tanto, el diseño del estudio es de corte cualitativo, debido a la naturaleza de la metodología. En consecuencia, el resultado obtenido es un modelo causal, que presenta las relaciones formales de las variables que intervienen en la competitividad de una región para el desarrollo de un clúster industrial.

Palabras Clave: Competitividad, Clúster Industrial, Dinámica de Sistemas, Diamante de Porter.

Abstract

In this investigation, we enhance the methodology system dynamics (Forrester, 1961), which was suitable for determining the causal relationships that present industrial clusters as complex structures used. Establishing factors involved in the competitiveness of a region for the development of these; factors based on the dynamism that has diamond Porter (1990) and contexts: macroeconomic, legal-political and social. Therefore, the design of the study is qualitative, because of the nature of the methodology. Consequently, the result is a causal model, which presents the formal relations of the variables involved in the competitiveness of a region for the development of an industrial cluster.

Key words: Competitiveness, Industrial Cluster, System Dynamics, Porter Diamond.

Resumo

Nesta pesquisa, a metodologia de dinâmica de sistemas (Forrester, 1961), que foi adequado para a determinação das relações causais que apresentam clusters industriais como foi usado estruturas complexas. Estabelecer os fatores envolvidos na competitividade de uma região para o desenvolvimento destes; fatores com base no dinamismo que tem diamante Porter (1990) e contextos: macroeconômico, político-legal e social. Por conseguinte, o desenho do estudo é qualitativa, por causa da natureza da metodologia. Consequentemente, o resultado é um modelo causal, que apresenta as relações formais das variáveis envolvidas na competitividade de uma região para o desenvolvimento de um cluster industrial.

Palavras-chave: Competitividade, Cluster Industrial, Dinâmica de Sistemas, Porter diamante.

Fecha recepción: Enero 2016

Fecha aceptación: Junio 2016

Introducción

En esta era de la globalización de los mercados, todas las empresas y sobre todo aquellas pertenecientes a países con economías en desarrollo requieren estrategias que les permitan generar asociaciones y acuerdos de cooperación destinados a transferir habilidades y conocimientos entre ellas, generando la capacidad de relacionarse y compartir capacidades (Vera Garnica, 2006); en este orden de ideas, el desarrollo de clústeres industriales o clusters han sido un método que ha venido posicionándose como estrategia competitiva, tanto para las empresas como para los países o regiones donde se establecen (Bititci, Martínez, Albores & Porung, 2004).

El desarrollo de los clusters ha obedecido a múltiples factores, por lo que, 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

Bajo este hilo conductor, es que en esta investigación el objeto central de estudio son los clúster (Porter, 2000) y los factores que condicionan su desarrollo, en donde a través del proceso de modelado propuesto por Sterman (2000), basado en la dinámica de sistemas (Forrester, 1961), se modelan las variables que determinan una causalidad entre ellas y definen su comportamiento, impulsando la competitividad de una región.

Aportando con esta investigación a la comprensión de la atractividad de una región para el desarrollo de los clusters, buscando determinar los factores que incentivan su crecimiento bajo la construcción de un modelo que refleja las relaciones causales que se muestran en el dinamismo del diamante de Porter (1990), desde la perspectiva de la dinámica de sistemas para formalizar la causalidad entre las diferentes variables contempladas; así también, el modelo vislumbra los aspectos macroeconómico, político-legal y social, los cuales son determinantes en la competitividad de una región.

Revisión de literatura

Clúster industrial

La primera aparición de los clúster se da en Italia, donde varias compañías pequeñas vieron 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). Con el fin de lograr economizar los recursos como el transporte, las personas e inclusive las ideas, las empresas pequeñas con características similares se agruparon y formaron alianzas que se conocieron como distritos industriales (Marshall, 1925).

En este sentido, 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 proveedores de infraestructura especializada. Carrie (1999), extiende la definición y va más allá de una red de compañías, clientes y proveedores, incluye también el aspecto de institutos de colaboración y establecimientos educativos. Así bajo la noción de Porter (2000), la idea principal de un cluster, es que las empresas mediante la cooperación entre ellas puedan conquistar mercados haciendo frente a obstáculos que de manera individual no podrían sortear.

Por lo cual, es posible visualizar a los clusters 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. Pudiendo concluir que, un cluster 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, en un marco de alianzas con Institutos de colaboración (Hill & Brennan, 2000).

De este modo, los clusters son una prueba de que el éxito competitivo proviene de la concentración geográfica (Porter, 2000); demostrado a través del Índice de Competitividad Global (The Global Competitiveness Index, GCI) que publica el Foro Económico Mundial

(World Economic Forum, WEF) en donde, se muestra la importancia que tienen los clusters en el impulso de la competitividad de un país o región. Así, esta forma de relación y cooperación entre concentraciones geográficas de empresas, denominada cluster, ha despertado el interés de estudio de muchos investigadores (Dangelico, Garavelli & Petruzzelli, 2010), con el objetivo principal de clarificar por qué y cómo es que logran el liderazgo de sus sectores, tratando de encontrar los factores que los conducen a un éxito competitivo (Iturrioz Landart, Aranguren Querejeta, Aragón Amonarriz & Larrea Aranguren, 2005).

Ciertamente las investigaciones sobre clusters han sido ampliamente abordadas, pero aquellas que se han enfocado en encontrar los factores que expliquen su aparición son limitadas, así mismo son dos las corrientes hegemónicas identificadas sobre clusters, por un lado la visión economista basada en la noción del modelo de Krugman(1991), el cual se enfoca en los trabajadores con habilidades especializadas, provisión y la variedad de insumos de bajo costo, así como, los efectos indirectos de la industria y del conocimiento, éste presenta solo algunas variables y no contempla la existencia de una relación causal entre ellas (Buendía, 2005), y a pesar de ser un modelo formal orientado en la economía geográfica donde se estudia la producción en base en una región (Krugman, 1991), no se enfoca en los complejos productivos y su crecimiento (Vera Garnica & Ganga Contreras, 2007); por otro lado, surge desde una visión estratégica, el modelo de Porter(1990), en donde bajo la teoría de la competitividad industrial, plantea que el éxito de una nación radica en cuatro atributos (macro-variables) que individualmente o como sistema conforman el diamante de la ventaja nacional, dichos atributos combinados integran un sistema dinámico; el diamante es un buen instrumento para los economistas pero presenta dificultades al no mostrar de manera clara la relación entre los factores que conforman el diamante (Krugman, 1991).

Dentro de las investigaciones sobre clusters, algunos autores realizan estudios de casos sobre regiones por mencionar algunos tenemos: en Italia la producción de azulejos de cerámica (Ruso, 1985) y de calzado (Boschma & Ter Wal, 2007); en Estados Unidos Silicon Valley (Saxenian, 1994), la producción de películas (Scott, 2002), la industria aeroespacial (Scott, 1991); en España la industria del calzado (Navarro et al; 2000); etc; estas investigaciones muestran una concentración elementos que caracterizan una región,

esos elementos son muy específicos de modo que no se puede llegar a establecer de manera general las causas de cómo surgen y evolucionan los clusters (George-Marian, 2007; Corte Lora, 2015);

Estas investigaciones han mostrado aspectos fundamentales sobre los clusters y su desarrollo, sin embargo, la mayoría están basados únicamente en algunos factores y parámetros, dejando de lado que, los clusters son estructuras complejas (O'Callaghan y Andreu, 2006), por lo tanto, no son elementos simples puesto que los clusters como sistemas sociales suelen ser altamente organizados, realimentados, por lo tanto, su entendimiento no puede darse de manera lineal y estática (Forrester, 1998; Buendía, 2006), así mismo, estas corrientes no contemplan que existe un efecto de retroalimentación entre los diferentes factores Porter (1990), dejando de lado la existencia de un mecanismo de causalidad circular (Vera Garnica & Ganga Contreras, 2007), 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.

Por lo tanto, podemos decir que las investigaciones convergen en resaltar la acumulación de circunstancias que detonan los clusters y los beneficios que se obtienen de ellos, evalúan el cluster desde una perspectiva de conocimiento (O'Callaghan & Andreu2006); pero es una realidad que pueden darse iniciativas puntuales o políticas planificadas que favorezcan su crecimiento, o incluso que permitan que se den las condiciones necesarias para su desarrollo (Capó-Vicedo, 2011; Porter, 2000; Norman & Venables, 2004).

Este tipo de iniciativas no son simples de implementar y deben ser diseñadas con perspectivas de mediano y largo plazo (Vera Garnica & Ganga Contreras, 2007); para esto se requiere analizar la disposición de múltiples facetas que se derivan de la relación de causalidad mutua entre las numerosas variables que afectan la aparición y desarrollo de los clusters y que permiten comprender las reacciones negativas y positivas (Buendia, 2005; Buendia, 2006).

Por consiguiente, para comprender esta causalidad que se da entre las variables que afectan el desarrollo de un cluster, es imprescindible un método que permita identificar las relaciones estructurales que se gestan entre los diferentes factores que dictan el

comportamiento del efecto cluster; esto nos conduce a la dinámica de sistemas como una herramienta de análisis del cluster como sistema complejo.

Dinámica de sistemas

El pensamiento sistémico, es visto como la combinación de un enfoque para la resolución de problemas complejos, 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, por lo cual para entender el sistema debe ser analizado en su conjunto (Senge, 2005; Buendía, 2005); en términos generales, podemos decir que el pensamiento sistémico tiene como supuesto que cualquier sistema del mundo real, debe ser observado como un todo y no como partes individuales. Para poder estudiar este comportamiento dinámico que presentan los sistemas, existe un complemento al pensamiento sistémico conocido como Dinámica de Sistemas.

La dinámica de sistemas (Forrester, 1997), es una herramienta de análisis adecuada para explicar situaciones complejas mediante la implementación de circuitos de retroalimentación en el modelo (Sterman, 2000); tiene como objetivo primordial llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento de un sistema complejo a mediano y largo plazo, no pretende predecir detalladamente el comportamiento futuro, sino más bien a través del análisis del sistema y el ensayo de diferentes políticas de decisión pretende enriquecer el conocimiento del mundo real y la efectividad de las distintas políticas (Schaffernicht, 2009; Martín García, 2012).

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).

Por lo cual, la dinámica de sistema es una metodología adecuada para la evaluación de políticas de desarrollo que permite describir y entender sistemas complejos (Forrester, 1998; Sterman, 2000), podemos encontrar que varios estudios proponen que la dinámica de

sistemas es un instrumento apropiado para el estudio de políticas (Teekasap, 2009; Thompson & Tebbens, 2008); esto debido a que es a través de la simulación, podemos establecer lo que muy probablemente pasará cuando se implementen este conjunto de reglas que gobiernan las decisiones, ya que en una fracción de tiempo y espacio podemos observar su comportamiento, lo que en la vida real tardaría años (Schaffernicht, 2009).

Clusters desde una perspectiva de dinámica de sistemas

En cuanto a las investigaciones que utilizan dinámica de sistemas para dar explicación a los factores que afectan los clusters podemos mencionar a:

Lin, Tung & Huang (2006), quienes realizan un modelo dinámico para analizar la complicada relación que existe entre los factores que influyen en el efecto cluster considerando cuatro dimensiones interactivas importantes de la competitividad industrial: 1) la mano de obra, 2) la tecnología, 3) el dinero, y 4) los flujos del mercado. A su vez, Kunc (2007), hace un trabajo interesante, en donde, a través de la simulación provee escenarios como soporte del efecto que se genera en las empresas que forman un clúster.

Teekasap (2009), muestra que, a través de la dinámica de sistemas se estudia el efecto que tienen ciertas políticas gubernamentales en el desarrollo de los clusters, tomando en cuenta factores como la interacción del cluster con los recursos, trabajadores, empleo, desempleo, salario, demanda del mercado y la capacidad de producción; ahora bien tomando en consideración los mismos factores, Teekasap & Teekasap (2009), generan un modelo para probar el efecto de una política de prestaciones en startup firms que se afianzan al cluster. Buendía (2009) desarrolla un modelo dinámico sobre 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.

Dangelico, *et al* (2010), describe y formaliza la compleja dinámica que se da en factores como conocimiento y proximidad además de otras dimensiones, para poder mostrar como diferentes valores afectan el desarrollo del cluster y a sus actores. Eunike (2011), examina factores como la demanda del mercado, la innovación y el apoyo del gobierno son determinantes en el desarrollo del clúster. Li (2012), utiliza la dinámica de sistemas para

generar un modelo que refleje el sistema de innovación de los clusters para la formación e implementación de estrategias.

Derivado del análisis del estado del arte que circunscribe a los clusters y a la dinámica de sistemas, y considerando lo expuesto por Porter (2003), donde expresa que existen factores que hacen atractiva a una región y crean las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de los clusters; en el estudio se presenta una aportación orientada hacia el impulso de la atractividad de la región para el crecimiento de los clusters, buscando determinar los factores que incentivan su desarrollo bajo la construcción de un modelo que refleja las relaciones causales que se muestran en el dinamismo del diamante de Porter (1990), desde la perspectiva de la dinámica de sistemas para formalizar la causalidad entre las diferentes variables contempladas; así también, el modelo vislumbra los aspectos macroeconómico, político-legal y social, los cuales son determinantes en la competitividad de una región.

Metodología sistémica

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 (Aracil, 1995)

no hay una receta para el modelado con éxito pero si existe 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 (Sterman, 2000):

1. Articulación del problema a resolver.
2. Formulación de la hipótesis dinámica.
3. Formulación del modelo dinámico.

Por lo tanto, nuestro marco de trabajo se basa en la dinámica de sistemas, con el objeto de establecer un modelo conceptual que permita clarificar las relaciones causales entre las variables que determinan el desarrollo de un clúster.

Marco de trabajo

Para la identificación de las variables que en nuestro caso están constituidas por determinantes y factores que influyen 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 sistemas, tal y como lo plantean Lin, Tung & Huang (2006). Tomando como base para este proceso el modelo del diamante de Porter, el análisis de datos de los indicadores del Índice de Competitividad Global (Global Competitiveness Index, GCI) que publica el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, WEF), los análisis de los clusters de salud, automotriz y de TI de Puebla, proporcionados por grupo SINTONÍA de la UPAEP¹. Así mismo, se obtuvieron datos de los expertos humanos que forman parte de los clusters antes mencionados los cuales debatieron para seleccionar y definir las variables que serán parte del modelo, posteriormente se evaluó la influencia directa que ejerce cada una de las variables sobre las demás y por último el procesamiento de las interrelaciones. Este último rubro muy importante para la construcción del modelo, ya que un modelo dinámico no está predeterminado por un tipo de modelo matemático previo, sino que lo establece un analista dialogando con un experto, apoyado en métodos de prospectivas (Quintero Posso & López Muriel, 2010), por lo que el modelo resultante se basa en el modelo mental que posee el experto abstraído del problema, con toda la carga subjetiva que esto implica (Morlán, 2010).

El modelo conceptual que sirve de base para el marco de trabajo (Porter, 2009) se divide en dos bloques que condicionan y estimulan el desarrollo de un clúster. El primer bloque ofrece un macro entorno constituido a su vez por tres determinantes; el determinante 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

¹ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

negocios, ya que la economía no puede crecer de manera sostenible a menos que el entorno macroeconómico sea estable (Fischer, 1993). El siguiente determinante agrupa factores referentes al contexto político-legal, ya que es necesario garantizar la igualdad de condiciones, mejorar la confianza empresarial y a través de lineamientos políticos vigorizar la competitividad. El determinante referente al contexto social agrupa factores referentes a la actitud, ética y valores, factores que se detectaron necesarios para impulsar las relaciones de cooperación en el clúster. Estos tres determinantes van a soportar y producir las condiciones adecuadas para impulsar la competitividad de una región, el cual está representado por el bloque dinamismo del Diamante de Porter, que 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.

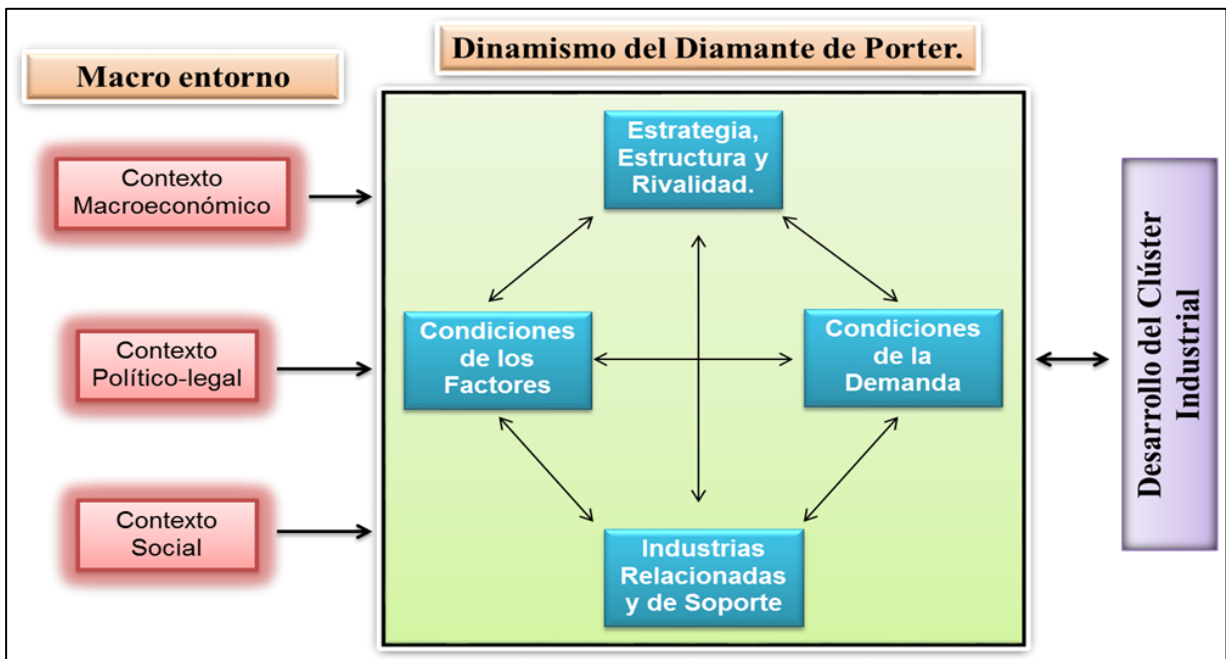


Figura 1. Marco de trabajo basado en los determinantes de la competitividad (Porter, 1990)

Hipótesis dinámica

Una vez que el problema y las variables se han identificado y caracterizado en un horizonte de tiempo apropiado, se debe comenzar a desarrollar una teoría, llamada hipótesis dinámica, para tener en cuenta el comportamiento problemático (Stermán, 2000).

Se formuló la hipótesis dinámica, tomando como base las relaciones causales existentes entre los determinantes y los factores que condicionan el desarrollo de un clúster.

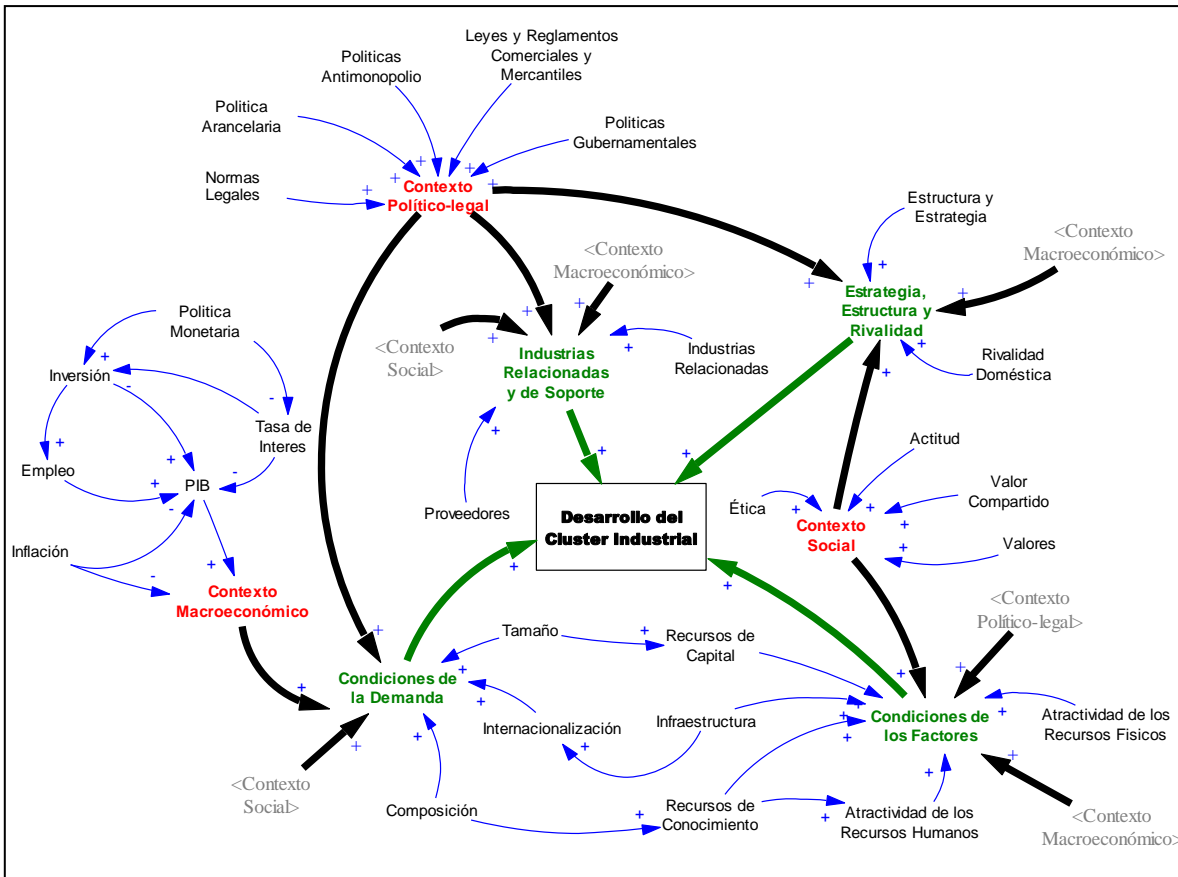


Figura 2. Hipótesis dinámica de los determinantes y factores que condicionan el desarrollo de un clúster industrial. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 2, se considera que 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, atractividad 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 influyen 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 doméstica al determinante estrategia, estructura y rivalidad, además de la influencia ejercida por los determinantes del macro entorno.

Resultados

Una vez identificados los factores que ejercen influencia en los determinantes que impulsan el desarrollo de un clúster, el diagrama causal de la figura 3, ilustra el comportamiento del dinamismo del diamante de Porter y su influencia en el desarrollo del clúster.

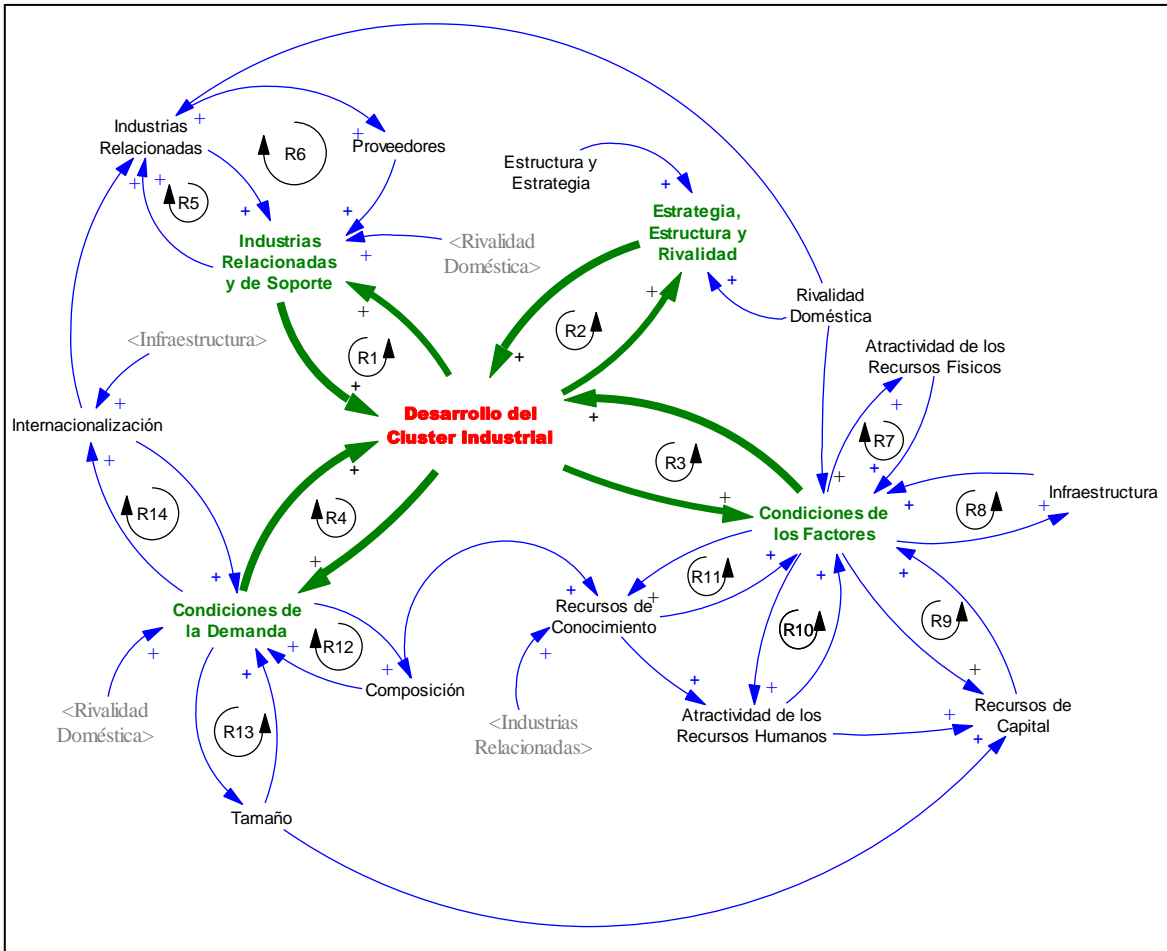


Figura 3. Diagrama causal del dinamismo del diamante de Porter
Fuente: Elaboración propia

En éste diagrama se pueden identificar bucles de realimentación, los cuales y como lo menciona Schaffernicht (2009) son el bloque de construcción más importante en dinámica de sistemas. Se identifican 14 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 atraktividad 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.

Conclusiones

El análisis de las causas estructurales y elementos que provocan el crecimiento o desarrollo que exhiben los clusters, fue la idea central sobre la cual se fundamentó esta investigación. El modelo causal abstraído, ayudó a comprender las relaciones estructurales existentes entre los determinantes y factores que condicionan el desarrollo de los mismos.

El esquema causal dinámico construido considera dos perspectivas: la primera, se centra en el análisis del entorno microeconómico en el que se desarrollan las empresas que compiten en una región a través de un clúster, el cual es concebido desde la óptica de los determinantes del diamante de Porter, mismos que 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 contextos 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.

Por lo tanto, el modelo causal creado proporciona una herramienta de análisis para comprender el comportamiento que exhiben los clusters, permitiendo clarificar las variables involucradas en la competitividad de una región para que se dé el desarrollo de un cluster.

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 las simulaciones pertinentes de los determinantes: condiciones de los factores, condiciones de la demanda, estrategia, estructura y rivalidad, industria relacionadas y de soporte, contexto macroeconómico, contexto político-legal y contexto social, 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.

Bibliografía

- Aracil, S. J. (1995). *Dinámica de sistemas*. Madrid: Isdefe
- Bititci, U., Martínez, V., Albores, P., & Porung, J. (2004). Creating and managing value in collaborative networks. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 251-268
- Boschma, R. A., & Ter Wal, A. L. J. (2007). Knowledge Networks and Innovative Performance in an Industrial District: The Case of a Footwear District in the South of Italy. *Industry & Innovation*, 14(2), 177–199.
- 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*. UK: *Edward Elgar Publishing Ltd*, 83.
- 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.
- Corte Lora, V. D. (2015). Antecedentes y efectos de la creatividad y las redes en el clúster cerámico de Castellón.
- Dangelico, R. M., Garavelli, A. C., & Petruzzelli, A. M. (2010). A system dynamics model to analyze technology districts' evolution in a knowledge-based perspective. *Technovation*, 30(2), 142-153.

Eunike, A. (2011). *Industrial cluster analysis for ICT-based creative industries*(Doctoral dissertation, Master Thesis, Department of Industrial Management, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan, ROC).

Fischer, S. (1993). The role of Macroeconomic Factors in Growth. *Journal of Monetary Economics*. 32 (3): 485-512.

Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. The M.I.T. Press.

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

Forrester, J. W. (1998). *Designing the future*. Work presented at Universidad de Sevilla, 15.

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.

Hill, E. W. & 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., & Schmitz, H. (1995). *Principles for promoting clusters & networks of SMEs* (Vol. 1). Vienna: UNIDO.

Iturrioz Landart, C., Aranguren Querejeta, M. J., Aragón Amonarriz, C. & 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.

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

Kunc, M. (2007). To cluster or not to cluster: a simulation study of managerial practices for innovating in SMEs. *In A Paper Presented at the 25th International Conference of System Dynamics Conference*.

- Lin, C.H., Tung, C.M. & Huang, C.T.(2006). Elucidating the industrial cluster effect from a system dynamics perspective, *Technovation*, 26(4), 473-482.
- Li, X. (2012). Innovation System of Agricultural Industrial Cluster: A Perspective from Dynamical Structure Model. *In Advances in Intelligent Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 103-108.
- Martín García, J. (2012). *Dinámica de sistemas - Ejercicios*. Barcelona: Juan Martín García.
- Marshall, A. (1925). *Principles of Economics*. London: Macmillan.
- Morlán, I. (2010). *Modelo de dinámica de sistemas para la implantación de tecnologías de la información en la gestión estratégica universitaria* [tesis de doctorado]. Universidad del País Vasco: San Sebastián, España.
- Navarro, J. L. C., del Saz Salazar, S., & Carpi, J. A. T. (2000). Institutos tecnológicos y política sectorial en distritos industriales: el caso del calzado. *Economía Industrial*, (334), 25-34.
- Norman, V. D. & Venables, A. J. (2004). Industrial clusters: Equilibrium, welfare and policy. *Economica*, 71(284), 543-558.
- O'Callaghan, R., & Andreu, R. (2006, January). Knowledge dynamics in regional economies: A research framework. *In Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)*. IEEE, 7, 147c-147c.
- Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of Nations*. The free press.
- 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.(1999). Los clusters y la competencia. *Harvard Business Review*.

Quintero Posso, D.A. & 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.

Saxenian, A. (1994). *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Boston, MA, USA: Harvard University Press

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

Scott, A. (1991). The Aerospace-Electronics Industrial Complex of Southern California: The Formative Years 1940–1960. *Research Policy*, 20, 439–456.

Scott, A. (2002). A new map of Hollywood: the production and distribution of American motion pictures. *Regional studies*, 36(9), 957-975.

Senge, P. M. (2005). *La quinta disciplina en la práctica*. Ediciones Granica SA.

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill

Teekasap, P. (2009). Cluster Formation and Government Policy: System Dynamics Approach. International System Dynamics Conference, 27.

Teekasap, P. & Teekasap, S. (2009). Cluster Formation and the Policy for Start-Up Firms:A System Dynamics Approach. *Eau Heritage Journal:Science and Technology* , 14.

Thompson, K. M. & Tebbens, R. J. D. (2008). Using system dynamics to develop policies that matter: Global management of poliomyelitis and beyond. *System Dynamics Review*, 24(4), 433-449

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

Vera Garnica, J. R. & Ganga Contreras, F. A. (2007). Los clusters industriales: precisión conceptual y desarrollo teórico. *Cuadernos de Administración Bogotá Colombia*, 20(33), 303-322.