

Capítulo 2 Teoría de Clusters Industriales

2.1 Introducción

En los últimos años ha surgido un gran interés por el estudio de los clusters industriales, los cuáles son, esencialmente, aglomeraciones de empresas, normalmente de una industria determinada, en una región geográfica. A partir de la publicación de *The Competitive Advantage of Nations* de Michael Porter y del resurgimiento de la teoría de la economía geográfica que inició Paul Krugman a través de obras como *Geography and Trade* y *Increasing Returns and Economic Geography*, los clusters industriales empezaron a adquirir visibilidad como elementos importantes para el crecimiento económico de un país. Se ha hecho mención en la literatura de que, además, los clusters industriales son elementos que influyen de manera positiva en el desarrollo económico de un país mediante la generación de empresas, empleos, y la posibilidad de generar derramas de conocimiento que eleven el nivel educacional de la población. Más aún, la existencia de una industria competitiva fomentará el desarrollo de otras en un proceso mutuamente reforzador, elevando la competitividad tanto de proveedores como de los generadores de productos finales. Así mismo, el cluster se vuelve un vehículo para mantener la innovación y evitar el estancamiento y la inercia (Porter, 1990). Estas ventajas han hecho que en diferentes países hayan surgido iniciativas privadas y públicas (así como también combinadas) para estimular el desarrollo de clusters industriales. Un trabajo interesante en donde se hace hincapié en la importancia de clusters industriales para la competitividad de un país es *The Global Competitiveness Index 2001-2002* (Porter et. al. 2002). En este trabajo que presenta un ranking de 75 países hay una sección de variables relacionadas al estado del desarrollo de los clusters industriales en los países estudiados.

La literatura de clusters industriales está dividida en dos vertientes. En la primera se abordan los clusters mediante el estudio de casos de clusters industriales exitosos, tratando de encontrar los factores específicos para dicho éxito. La segunda vertiente, la cual es más teórica, ha encontrado un conjunto de variables que promueven la concentración de empresas en una región geográfica determinada. Una vertiente adicional consiste en modelar mediante dinámica de sistemas un conjunto de variables que influyen en los clusters industriales, así como las mutuas causalidades entre ellas. A continuación se

analizarán las dos primeras perspectivas, así como el modelo de Buendía (2005a) basado en dinámica de sistemas para tener una mejor comprensión de la literatura existente de los clusters industriales.

2.2 Estudios de casos de clusters industriales

Una de las líneas en la literatura de clusters industriales consiste en el estudio de casos de regiones en donde la concentración de empresas se ha dado de manera exitosa, tales como Silicon Valley, la Ruta 128-Boston, la Tercera Italia, etc. Los autores han tratado de encontrar las razones específicas debido a las cuales estos clusters han surgido. Por ejemplo, la inversión en investigación por parte del Departamento de Defensa en Estados Unidos se considera el factor detonante de la Ruta 128-Boston. Para el desarrollo de la Tercera Italia se consideran importantes los factores que promueven el espíritu emprendedor, un ambiente de confianza y políticas adecuadas. En el caso de Silicon Valley, el desarrollo del cluster se encuentra ligado al crecimiento y a las inversiones de Hewlett Packard.¹ En las provincias costeras de China se han desarrollado clusters influidos por el paso de una economía de planificación central a una basada en el mercado, una fuente abundante de mano de obra barata, acceso abierto a tecnología e información, y la exposición al comercio internacional debido a su posición geográfica (Kang y Ramírez, 2007). En Timisoara, Rumania, el cluster textil y de calzado se origina como una extensión de los clusters de la región de Veneto en Italia, al tratar de aprovechar estos últimos las ventajas de una mano de obra más barata, así como cierta afinidad cultural y lingüística (Isbasoiu, 2007); además de estos factores, en la región existían industrias de manufactura de calzado desde el periodo comunista. Los ejemplos anteriores son sólo una breve revisión de la amplia gama de ejemplos en esta vertiente de la literatura.

El problema con el enfoque de estudio de casos es que, además de presentar elementos muy particulares para cada región, no contesta satisfactoriamente la pregunta de cómo surgen y cómo evolucionan los clusters industriales en general. Incluso hay autores que esgrimen que el acuerdo es que no hay causas generales para el desarrollo de clusters (Isbasoiu, 2007). En este trabajo se aboga en sentido contrario, argumentando que sí existen

¹ Los casos de la Ruta 128-Boston y la Tercera Italia son mencionados en Buendía (2005); el caso de Silicon Valley se comenta en Isbasoiu (2007).

condiciones generales y que una de ellas es el emprendedurismo. A continuación se revisarán las explicaciones teóricas del desarrollo de clusters industriales, de las cuales las más conocidas son las de Porter (1990) y Krugman (1991).

2.3 Diamante de la Ventaja Competitiva

Aunque en la literatura se pueden encontrar diferentes definiciones del concepto de cluster industrial, la más conocida es aquella acuñada por Michael Porter (1990). Para él, los clusters industriales son una colección de compañías e instituciones geográficamente cercanas entre sí, las cuales están ligadas por intereses comunes y cuyas actividades se complementan. Dentro de los clusters existen también instituciones gubernamentales y universidades, asociaciones comerciales, agencias de estandarización, think tanks, etc. Además, existe una relación de competencia y cooperación entre los actores involucrados. Las ideas de Porter acerca de los clusters industriales están inscritas en la tradición de la administración estratégica y son un corolario de su trabajo desarrollado respecto a cambiar el enfoque del uso de las ventajas comparativas al uso de las ventajas competitivas como determinantes de la competitividad de un país.

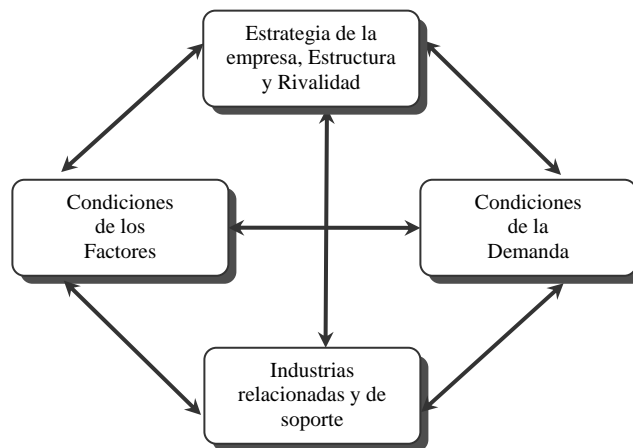
Porter et. al. (2002) entienden la competitividad como algo que está ligado con las fuentes de prosperidad de una nación y que está en función de su productividad, es decir, del *valor* de los productos y servicios que una nación puede generar en un mercado abierto, y de la eficiencia con las cuales éstos pueden ser producidos. Entonces, para mejorar la posición competitiva de un país, el reto consiste en tomar medidas para elevar la productividad de un país a partir del nivel microeconómico (es decir, de las empresas), y esto se logra mediante la innovación y la competencia entre las empresas. La competencia entre empresas (así como los lazos de cooperación entre diferentes empresas que integran la cadena de producción) se da en relación a cuatro dimensiones o ventajas competitivas: (1) condiciones de la demanda; (2) sectores afines y auxiliares; (3) condiciones de los factores; y (4) estrategia, estructura y rivalidad de las empresas (Porter, 1999a).

La primera dimensión se refiere a condiciones de demanda favorables, la cual preferentemente deberá ser sofisticada y especializada. Esta exigencia en sofisticación obligará a las empresas a mejorar y a ofrecer mejores productos para cubrir la demanda existente. Adicionalmente, una demanda que se anticipe a las necesidades internacionales

hará que las empresas de la región tengan una mejor posición con respecto a la competencia, pues al propagarse esta nueva demanda en otras regiones, las empresas de la región que ya la han podido satisfacer tendrán mayor capacidad de cubrirla en las nuevas regiones. La segunda dimensión tiene que ver con las diferentes industrias que conforman la cadena de producción de la industria en cuestión. Los proveedores de insumos y servicios, así como la estrecha relación que se pueda establecer con estas industrias relacionadas, son un elemento clave para mejorar la posición de la empresa. Adicionalmente, si estas empresas de soporte también son competitivas a nivel internacional, ayudarán a la posición exportadora de las empresas de la región. La tercera dimensión se refiere a la condición de los factores o recursos. En la región debe existir una presencia fuerte de insumos especializados (factores como los recursos humanos y capitales, infraestructura física, administrativa, científica y de información, así como recursos naturales) que permitan el correcto funcionamiento de la empresa y estimulen su crecimiento. La facilidad con que la empresa pueda allegarse de estos recursos será determinante en su competitividad. Finalmente, la cuarta dimensión se refiere a un contexto que promueva una inversión sostenida en el mejoramiento de la empresa, además de promover una intensa competencia entre los rivales locales. Sólo las empresas que inviertan constantemente en su mejoramiento y en innovación podrán mantenerse competitivas ante la gran competencia de sus rivales locales. La rivalidad local juega un papel importante debido a que la cercanía permite la existencia de flujos de información más ágiles que revelen el estado del arte de los competidores. En contraste, si existen condiciones que mitiguen la competencia entre empresas, la competitividad general tenderá a decrecer.

Estas cuatro dimensiones se encuentran relacionadas entre sí y, entre más fuertes sean las interrelaciones, mayor será el grado de competitividad de las empresas. Los clusters industriales forman parte de una de las aristas del diamante, la dimensión de servicios relacionados. Sin embargo, los clusters industriales son también un producto de la interrelación de las fuerzas. Así mismo, la intensidad de estas interrelaciones se magnifica si los diferentes actores se encuentran localizados en la misma región geográfica, en otras palabras, las interrelaciones se magnifican a través de los clusters industriales. En la Figura 1 se muestra la representación gráfica del diamante de Porter, en la cual se muestran las cuatro dimensiones explicadas anteriormente.

Figura 1: Diamante de Ventajas Competitivas de Michael Porter



Fuente: Porter (1990)

De acuerdo con Porter (1990), los clusters industriales son un factor determinante en el desarrollo de la posición competitiva de un país. Esto se debe a que la competitividad de un país o región es consecuencia de la competitividad e innovación presente en las empresas de ese mismo país o región. Porter (1999b) esgrime que la mejor manera para elevar la competitividad e innovación de una empresa es a través de los clusters industriales. Para ilustrar sus ideas, Porter (1999b) hace referencia a los clusters de producción de vino alrededor del Valle de Napa en California, en donde es la capacidad de innovar y mejorar lo que los ha hecho exitosos, contrario a la idea intuitiva de que son las características de tierra y clima de la región. En otras palabras, no son las ventajas comparativas las fuentes de la competitividad del Valle de Napa, sino la interrelación de las cuatro ventajas competitivas del diamante.

Las ideas de Porter han gozado de influencia. Debido a la causalidad existente entre competitividad de la empresa y de la región, han surgido intentos de recrear las condiciones necesarias para el desarrollo de las ventajas competitivas y, así, fomentar el crecimiento de los clusters existentes. Como ejemplo podemos citar el caso de la región de Cataluña en España, en donde Antoni Subirà, consejero de Industria y Comercio, empezó a considerar a los clusters como eje de la política sectorial. En el proceso, se detectaron micro-clusters de las industrias de juguetes de madera, maquinaria agrícola, joyería, cuero, productos cárnicos, muebles y electrónica de consumo. Como resultado, el gobierno de la región adquirió mayor conocimiento de su estructura industrial y, en cooperación con los

integrantes del cluster, se tomaron medidas para elevar la competitividad de la región así como la competencia entre los miembros (Porter, 1999b). Hay que hacer notar que Porter (1999b) hace énfasis en que tiene mayores probabilidades de éxito actuar para fomentar el desarrollo de clusters ya existentes, que tratar de crearlos de la nada.

A pesar de su amplia difusión, el modelo del diamante competitivo no está exento de críticas. Algunos autores como Martin y Sunley (2001) consideran la definición de cluster industrial como carente de formalidad suficiente para ser una teoría o modelo que pueda ser probado y evaluado rigurosamente. Krugman (1994) menciona que el diamante de la ventaja competitiva de Porter es un buen instrumento didáctico, pero presenta dificultades para que los economistas trabajen con él debido a que las ligas entre las variables son poco claras. Buendía (2005a) añade que, independiente de lo que Krugman (1994) quiere decir con esto, el modelo de Porter (1990) es sólo una lista de variables que no están conectadas entre sí para formar un modelo que pueda ser medido empíricamente y que sirva de guía para la elaboración de política pública.

2.4 Teoría de la Geografía Económica

El trabajo de Paul Krugman (1991) ha girado principalmente en torno a la economía geográfica, la cual consiste en el estudio de la localización de la producción en el espacio. Sus ideas son una revisión de la teoría microeconómica neoclásica, en la cual argumenta que el lugar donde se establecen las empresas es de suma importancia. Dentro de esta línea de pensamiento, Krugman (1991) menciona que la característica geográfica de la economía que más salta a la vista es la concentración industrial en ciertas regiones, en las cuales adquieren una considerable especialización. Para este autor, la concentración es evidencia de la existencia de rendimientos crecientes en la economía. En su obra, *Geography and Trade* plantea dos preguntas: (1) cuáles fueron las fuerzas que hicieron que los productores se agruparan entre sí; y (2) por qué esta concentración se dio en primer lugar. Para responder a la primera pregunta, bosqueja un modelo que se basa en la interacción entre rendimientos crecientes, costos de transportación y demanda. Dada la existencia de fuertes economías de escala, un productor tratará de surtir la demanda nacional desde un punto donde exista una fuerte demanda local con el fin de reducir sus costos de transportación. El punto donde se presenta este equilibrio es, precisamente, el lugar en donde el mayor

número de empresas de la industria se localicen. Esta relación cíclica permite que la aglomeración de empresas se mantenga y retroalimente. Aunque esta situación de equilibrio pudiera parecer una fuerza conservadora que ancla el desarrollo en ciertas áreas, considera además que pueden existir cambios en las condiciones que alteren el equilibrio (condiciones que pueden ser tanto objetivas como subjetivas) de manera dramática. En otras palabras, este autor deja abierta la puerta a un ciclo de vida de estas concentraciones geográficas de industrias. La respuesta a por qué se da la concentración es elaborada a partir de las ideas de Marshall. En propias palabras de Krugman, su enfoque no es más que una actualización de sus ideas. Krugman (2003) encuentra en Marshall (1920) el hecho de que cuando las empresas se agrupan en torno a clusters pueden aprovechar las ventajas que brindan las economías externas, es decir, las economías de escala que se presentan a nivel de industria y no necesariamente a nivel de la empresa individual. Las razones por las cuales un cluster de empresas pueda ser más eficiente que una empresa aislada (es decir, las fuentes de economías externas) son las siguientes: (1) una fuente abundante de trabajadores con habilidades especializadas; (2) suministro; y (3) variedad de insumos a bajo costo específicos a la industria y derramas de conocimiento. A continuación se explicarán cada una de éstas.

Una fuente abundante de trabajadores con habilidades específicas opera en beneficio tanto del productor como del empleado. Esto se debe a que la empresa tiene acceso al recurso humano capacitado suficiente para hacer frente a su producción sin caer en escasez del mismo. Debido a la posibilidad de que mientras algunas empresas atraviesen una mejor condición al mismo tiempo que otras se encuentren en una peor, las primeras podrán hacer uso del recurso humano que las segundas dejen de utilizar debido a sus condiciones particulares. Por otro lado, desde la perspectiva de los trabajadores, en caso de que la necesidad de recurso humano de la empresa disminuya, es más probable que encuentre trabajo en alguna otra empresa dentro de la misma región, generándose, en general, un menor riesgo de desempleo en la región. Además, las empresas que requieran de cierto tipo de recurso humano tenderán a establecerse en donde exista una fuente abundante del mismo. Así mismo, los trabajadores tenderán a aglutinarse en zonas donde haya una alta demanda de sus habilidades (Krugman, 1991; 2003).

Usualmente, una industria requiere de insumos o servicios especializados. La existencia de un cluster de empresas que hagan uso de estos insumos o servicios generará la demanda suficiente para la aparición y el sostenimiento de empresas que los brinden, situación que no se daría con la existencia de una sola empresa consumidora. Esta demanda permitirá que las empresas proveedoras se especialicen en ciertos procesos y compitan entre sí, provocando esto que la eficiencia de los proveedores aumente y los costos disminuyan. Esta relación resulta benéfica para ambas partes, pues mientras que los proveedores pueden generar utilidades manteniéndose pequeños e incluso con poca inversión, la empresa que demande los servicios aprovechará los beneficios de contar con insumos especializados a bajo costo (Krugman, 1991; 2003).

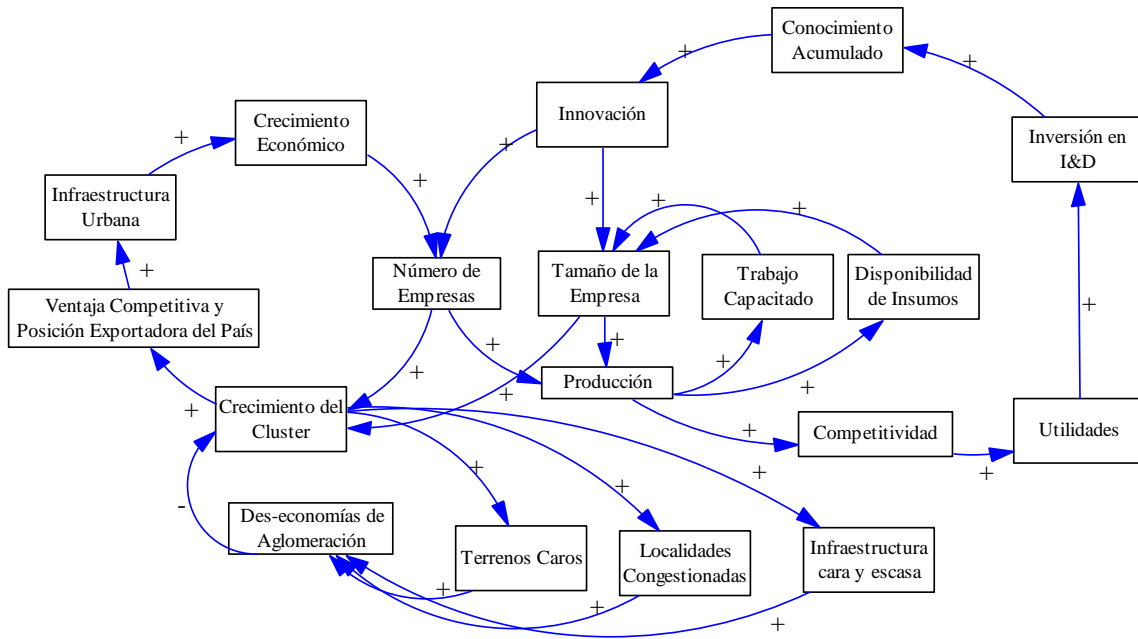
La tercera fuente de economías externas son las derramas de conocimiento. Una empresa puede generar conocimiento a través de sus departamentos de investigación y desarrollo o mediante el estudio de productos de la compañía para poder imitarlos. Pero otra fuente de conocimiento se da a nivel personal a través de los trabajadores. En un área en donde exista una gran cantidad de recursos humanos específicos a una industria, las interacciones sociales les permitirán estar al tanto del estado del arte de la industria a través de pláticas y discusiones sobre los temas técnicos que comparten. Marshall observó este fenómeno y comentó al respecto que cuando se da la concentración de empresas los misterios del oficio dejan de serlo y más bien se encuentran en el aire (Krugman, 1991; 2003). Las derramas de conocimiento permiten la mejora de las habilidades de los recursos humanos, traduciéndose en el uso de mejores prácticas en las empresas que conforman el cluster. Para brindar evidencia empírica de sus ideas, Krugman (1991) muestra evidencia estadística de concentración geográfica en Estados Unidos. Para esto, calculó coeficientes Gini para diversas industrias. Para cada una de las unidades locacionales calculó tanto su porción del empleo en manufactura nacional como su parte del empleo en manufactura nacional de la industria específica. Hecho esto, se clasificaron las unidades de acuerdo al resultado de la razón de los dos números anteriores. El resultado obtenido fue que en los Estados Unidos, en efecto, las industrias están altamente concentradas (Krugman, 1991).

Aunque el modelo de geografía económica cuenta con gran aprobación tanto para el desarrollo de estudios teóricos como para el de empíricos, cuenta con un número reducido de variables y no explica la causalidad mutua entre éstas (Buendía, 2005a). A continuación se presentará un modelo que cubre estas debilidades mediante la incorporación de un mayor número de variables y el uso de la dinámica de sistemas para explicar las causalidades mutuas entre las variables.

2.5 Modelo auto-organizativo de clusters industriales

Los clusters industriales son estructuras complejas cuyo entendimiento no se da de manera lineal. Una razón por la cual pocos estudios se aventuran a determinar causas precisas para la generación de clusters es el desconocimiento de un modelo que incorpore los diferentes factores involucrados en el ciclo de vida de estas estructuras. Esto no implica la inexistencia de tal modelo. Buendía (2005) desarrolla un modelo de análisis de clusters industriales basado en dinámica de sistemas. Este modelo permite comprender la interacción de las diferentes variables que juegan un papel en los clusters industriales. Las variables modeladas son las siguientes: (1) crecimiento económico; (2) infraestructura urbana; (3) ventaja competitiva y posición exportadora de un país; (4) crecimiento del cluster; (5) número de empresas; (6) tamaño de la empresa; (7) mano de obra calificada (8) disponibilidad de recursos; (9) producción; (10) innovación; (11) acumulación de conocimiento; (12) inversión en investigación y desarrollo; (13) utilidades; (14) competitividad; (15) des-economías de aglomeración; (16) localidades saturadas; (17) terrenos caros; y (18) infraestructura escasa y costosa. En este modelo se pueden encontrar representados los elementos mencionados en el diamante de Porter (1990) y los elementos que contempla Krugman (1991) como importantes para el desarrollo de clusters (derramas de conocimiento, mano de obra calificada, e insumos específicos para la industria). Buendía (2005a) visualiza a los clusters industriales como sistemas complejos, cuyas variables presentan ciclos de retroalimentación. Por esta razón utiliza la dinámica de sistemas para explicar la evolución y la teoría de urnas para establecer una formalización de su modelo. Buendía (2005a) brinda tanto una explicación de cómo es que un cluster es un sistema dinámico así como una representación gráfica de sus ideas.

Figura 2: Representación gráfica del modelo auto-organizativo de clusters industriales



Fuente: Buendía, (2005a)

A continuación se procederá a explicar el concepto de dinámica de sistemas y, posteriormente, se revisará un conjunto de ciclos que tienen relevancia dentro de este modelo.

2.5.1 Dinámica de sistemas

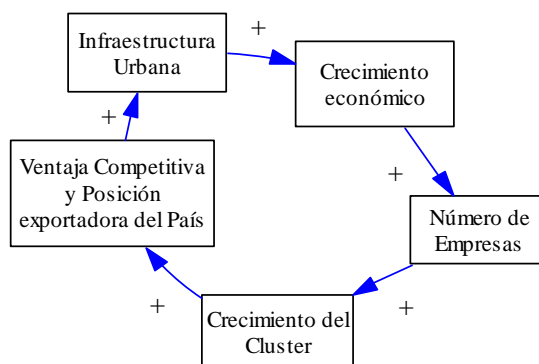
La dinámica de sistemas (system dynamics en inglés) es un conjunto de herramientas que permiten comprender a los sistemas complejos en el tiempo. Un sistema complejo, más que ser aquel que cuenta con un alto número de variables, es aquel cuyas relaciones no se dan a través de una linealidad causa-efecto, sino que involucran diferentes ciclos de retroalimentación entre sí, los cuales pueden amplificar o mitigar los efectos presentados en el sistema (Sterman, 2000). Dentro de esta inteligencia, se utiliza el término sistema para definir un conjunto de elementos interdependientes entre sí que forman un patrón unificado (Kirkwood, 1998). Para tener una mejor comprensión de la interacción de los elementos de un sistema, se recurre a la modelación mediante un esquema de diagramas que permitirá representar a los elementos, las interacciones entre ellos, retardos en el tiempo y ciclos de retroalimentación. Las relaciones que son directas (el aumento en uno de los elementos

implica el crecimiento del siguiente) son positivas, y las relaciones inversas (el incremento en una implica el decrecimiento en otra o viceversa) son negativas. A continuación se presentará la aplicación de la dinámica de sistemas a los clusters industriales.

2.5.2 Crecimiento económico, clusters industriales y concentración de la manufactura

Los clusters industriales influyen positivamente en la ventaja competitiva y posición exportadora de un país por las razones expuestas en la sección del Diamante Competitivo. A su vez, la ventaja competitiva se traduce en una mejor infraestructura urbana. Todo esto trae consigo crecimiento económico. Las razones de esto es que las empresas miembros del cluster aprovecharán las ventajas de la concentración geográfica de la manufactura (costos reducidos en transportación, mejor acceso a recursos materiales y humanos, etc.). Así mismo, esta concentración promoverá que nuevas empresas se establezcan en la región, fomentando el crecimiento del cluster.

Figura 3: Ciclo de crecimiento económico, clusters industriales y concentración de la manufactura.



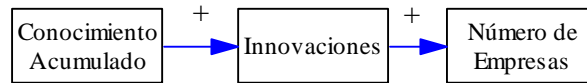
Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.5.3 Clusters, conocimiento y derramas de conocimiento

Una de las características de los clusters industriales es que en su interior el conocimiento fluye a través de canales informales mediante la interacción social de los trabajadores de las empresas. Este fenómeno, estudiado en la sección de economía geográfica, se denomina derramas de conocimiento. Las derramas de conocimiento generan un efecto de conocimiento acumulado en la región. Los actores se mantienen al tanto del estado del arte del negocio y, así, se genera un caldo de cultivo propicio para la innovación. La creación de

nuevos productos o una nueva manera de hacer las cosas promueve la creación de nuevas empresas que intentarán beneficiarse de la innovación.

Figura 4: Ciclo de clusters, conocimiento y derramas de conocimiento

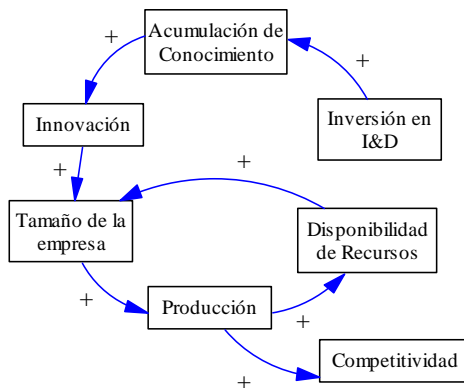


Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.5.4 Clusters, innovación y la empresa

Las innovaciones son influidas positivamente por la investigación y el desarrollo corporativo. La investigación hará crecer el conocimiento almacenado en el cluster y esto incrementará a su vez las innovaciones que aparezcan. Las innovaciones permitirán a las empresas obtener una mayor porción de mercado, influyendo de esta manera positivamente en su tamaño. La concentración del cluster permitirá que si una empresa en una industria dada innova, su competencia también lo hará. La competencia entre empresas del cluster hará más eficiente la producción lo cual elevará la competitividad de las empresas en el cluster. Dado, además, que los clusters no sólo concentran a competidores, sino a proveedores y compradores, el proceso de producción se vuelve más eficiente, la planeación de recursos más ágil debido a la comunicación y cooperación entre integrantes de la cadena de producción.

Figura 5: Ciclo de clusters, innovación y la empresa

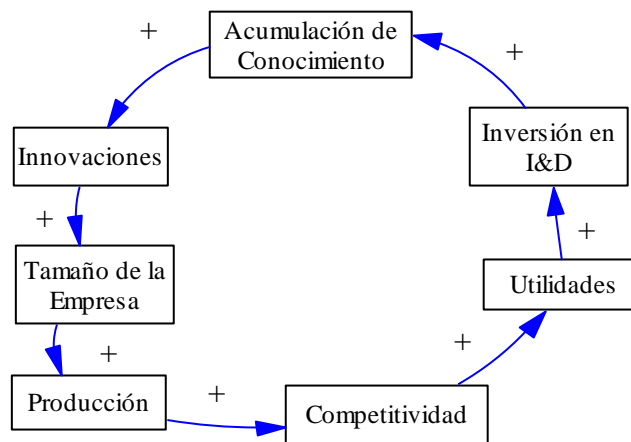


Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.5.5 Clusters, innovación y rentabilidad de la empresa

Así como la innovación fomenta el aumento en el número de las empresas, también se presenta el fenómeno de que la innovación se de al interior de una empresa. Esto indirectamente nos dice que las empresas del cluster, dado que innovan más, al ser más competitivas incrementan sus utilidades. Este crecimiento en las utilidades tenderá a ser invertido a su vez en más investigación y desarrollo, pues la dinámica del cluster y su alta competencia las orilla a tratar de mantener la ventaja. Este ciclo positivo tiende a volver a las empresas más innovadoras, más competitivas y más rentables.

Figura 6: Ciclo de innovación y rentabilidad de la empresa

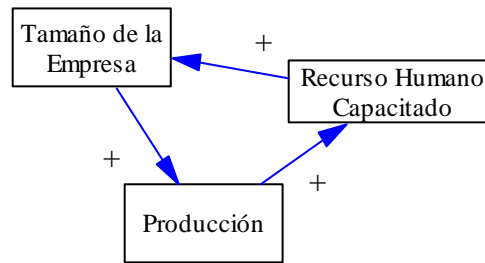


Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.5.6 Clusters, instituciones de conocimiento y trabajadores calificados

Los centros educativos son importantes para el desarrollo del cluster, pues brindarán la mano de obra calificada necesaria para las actividades a realizar en el proceso de producción. Para el correcto funcionamiento del cluster es importante que existan instituciones que puedan generar tanto el conocimiento como el recurso humano necesario como parte de la infraestructura de la región donde se encuentre el cluster. La relación entre empresas e instituciones va en doble sentido, pues las instituciones a su vez se nutren de la experiencia de las empresas y pueden realizar investigación de acuerdo a las necesidades de estas últimas.

Figura 7: Ciclo de clusters, instituciones de conocimiento y trabajadores calificados



Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.5.7 Clusters e infraestructura

Como se menciona con respecto a los servicios de educación, la infraestructura es un factor importante para el crecimiento de un cluster. Carreteras, condiciones económicas y espaciales, así como calidad de vida forman parte de la capacidad organizativa de una región. Estos factores tenderán a atraer nuevas empresas, pues estas tienden a establecerse en donde las condiciones son favorables. Las personas calificadas encuentran beneficios en establecerse en estos lugares, pues se disminuye el riesgo de quedar desempleado al existir una alta demanda de personal con sus habilidades.

2.5.8 Clusters y discontinuidades tecnológicas

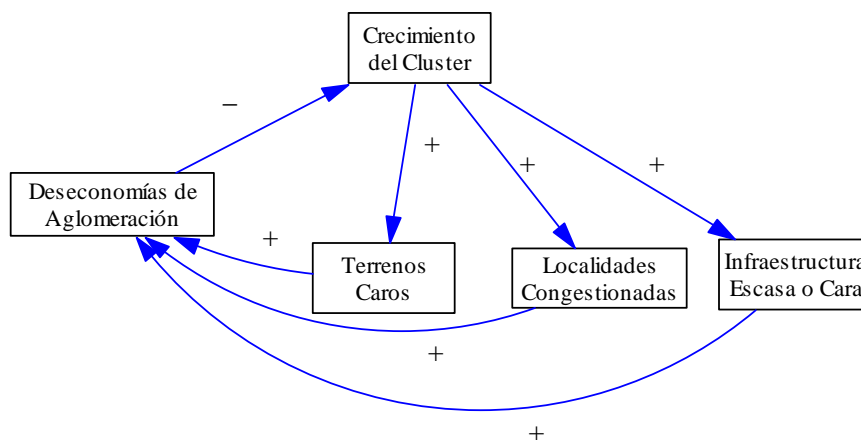
Los ciclos de vida de la tecnología tienen un efecto importante en el ciclo de vida de un cluster. Los clusters que producen (o utilicen una) tecnología tenderán a desarrollarse mientras ésta se encuentre en auge; cuando las condiciones tecnológicas se modifiquen, un cluster podría llegar a desaparecer si no innova o no evoluciona. Con el paso del tiempo, un cluster de una industria dada puede evolucionar en otro de una industria relacionada, como se pretende que los clusters automotrices evolucionen en clusters aeronáuticos. Sin embargo, la extinción de clusters es un fenómeno documentado: MacLahlan y Townshend (2004) muestran cómo se desarrollaron y finalmente desaparecieron los distritos de corrales de producción de carne una vez que los mataderos entraron en desuso debido a diferentes maneras de procesar y almacenar la carne.

2.5.9 Elementos des-aceleradores en la vida de un cluster

Finalmente, existen elementos que desaceleran el crecimiento de un cluster. En la medida en que un cluster se desarrolla en una región, el precio de los terrenos se encarece,

mitigando en cierta manera el impulso de nuevas empresas por establecerse en la región. La urbanización debida al cluster puede llegar a ser tal que los espacios de vivienda se encuentren muy congestionados, motivando a los recursos humanos a buscar localidades donde puedan contar con una mayor calidad de vida. El crecimiento del cluster puede también generar que el costo de reparar o de generar infraestructura en el área sea más cara (piénsese en una ciudad cuyo crecimiento llega a encerrar a un parque industrial, situación que dificulta la planeación urbana y el desarrollo de carreteras, o en el costo de ampliar redes de agua y electricidad para poder alimentar al cluster). Estos factores generan deseconomías de aglomeración, es decir, se comportan con una relación negativa al crecimiento del cluster, frenándolo o llevándolo en sentido contrario.

Figura 8: Ciclo de elementos des-aceleradores del crecimiento del cluster

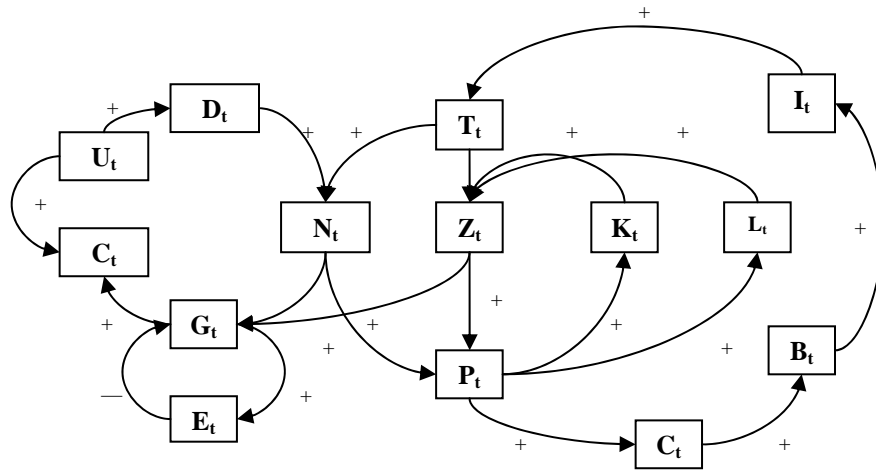


Fuente: Elaboración propia basada en Buendía (2005a)

2.6 Modelo de Rendimientos Crecientes a la Localidad Geográfica

Buendía (2005b) presenta las herramientas matemáticas para poder generar una representación formal de su modelo a través de la teoría de urnas. A continuación se muestra la modelación matemática que Buendía (2005b) presenta para su modelo de clusters industriales.

Figura 9: Modelo de Rendimientos Crecientes a la Localidad Geográfica



Fuente: Buendía (2005b)

El crecimiento económico de un país, D_t^i , depende positivamente de su posición exportadora, C_t^i , y de la infraestructura disponible, U_t^i , mientras que es afectado negativamente por las des-economías a escala, E_t^i . Entonces, el crecimiento, D_t^i , de un país i en el momento t se puede describir mediante:

$$D_t^i = f[C_t^i(G_t^i), U_t^i(n), E_t^i(n)],$$

teniendo a n como el número de empresas, con las siguientes condiciones de primer orden, las cuales garantizarán que en ningún momento en el tiempo se perderá el sentido de la relación (si un factor influye de manera positiva, en ningún momento lo hará de manera negativa y viceversa):

$$\frac{\partial D_t^i}{\partial C_t^i} \neq 0, \quad \frac{\partial D_t^i}{\partial U_t^i} \neq 0, \quad \text{y} \quad \frac{\partial D_t^i}{\partial E_t^i} \neq 0.$$

La competitividad, C_t^i , de cada país es una función del nivel de producción de los clusters en el país, P_t (la suma del nivel de producción de cada empresa en el cluster, p). El crecimiento del cluster puede expresarse como:

$$G_t^i = f(P_t).$$

Se define la suma del nivel de producción P_t para el cluster i como:

$$P_t = \sum_{i=1}^n p_t^i .$$

Sea n el número de empresas en el cluster; n es una función de la innovación, T , la disponibilidad de los trabajadores calificados, K , y el suministro de insumos, L .

$$n_t = f(T, K, L).$$

K y L , sin embargo son, a su vez, funciones de n . Para indicar esta circularidad entre T , K , L y n , se agregan estas ecuaciones:

$$K_t = f(n_t)$$

$$L_t = f(n_t) .$$

Las nuevas tecnologías y las innovaciones dependen del total de inversión de las empresas del cluster, lo cual, a su vez, depende positivamente de sus utilidades. Las utilidades son una función de la producción, debido a que, como hay rendimientos crecientes, a mayor producción existe mayor utilidad. Por tanto, las innovaciones en el cluster están dadas por:

$$T_t = f \left\{ \sum_{i=1}^n I_t^i [B_t^i (P_t^i)] \right\}$$

Además, el número de innovaciones se puede expresar como:

$$T_t^i = f \{ I_t^i [B_t^i (P_t^i)] \}$$

donde $\frac{\partial T_t^i}{\partial I_t^i} \neq 0$ (para mantener el sentido de la relación). Ahora, con estas suposiciones, se

puede calcular la probabilidad de que una empresa decida establecerse en una región j (p_j). sean y_1, y_2, \dots, y_N empresas de las regiones 1 a n . Aquí se tiene como suposición que una empresa surge cuando una nueva tecnología es generada. El hecho de que una nueva tecnología pueda ser generada por una empresa existente no afecta el razonamiento, dado que, con esta nueva tecnología, la empresa crece, y al crecer, aumenta su producción y la producción total del cluster donde se ubica. Esta probabilidad se da por:

$$p_j = \text{pro}\{[C_j(G_j), U_j(n), E_j(n)] \neq [C_i(G_i), U_i(n), E_i(n)] \text{ todo } i \neq j\}$$

2.7 Conclusión

En este capítulo se ha realizado un recorrido por las diferentes teorías de los clusters industriales hasta llegar a un modelo de dinámica de sistemas. Se ha pasado de un conjunto de factores o variables planteado por Porter (1990) a un modelo formal de la economía geográfica con Krugman (1990). Finalmente, se incorporaron un mayor número de variables y se explicaron las causalidades mutuas entre éstas mediante la dinámica de sistemas y la teoría de urnas en Buendía (2005a; 2005b). Sin embargo, sigue siendo poco clara la causalidad entre la innovación y el crecimiento en el número de empresas en el modelo citado. Para resolver esto se tendrá que realizar un recorrido por la teoría del emprendedurismo y ver qué papel juega en el desarrollo de los clusters industriales. Más aún, el emprendedurismo deberá ser modelado e incorporado al modelo de clusters industriales que se explicó líneas arriba.