

**TESIS DE GRADO EN ECONOMÍA:**

**EFFECTOS DE LA CREACIÓN DE EMPRESAS EN EL  
DESARROLLO: APLICACIÓN DE UN MODELO DE DINÁMICA DE  
SISTEMAS PARA LA EVALUACIÓN DE POLÍTICAS DE FOMENTO  
EMPRESARIAL EN COLOMBIA**

**ELABORADO POR:**

**SEBASTIÁN APARICIO RINCÓN**

**ASESOR:**

**DIEGO FERNANDO GÓMEZ SÁNCHEZ, Ph.D**



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**  
1803

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA  
MEDELLÍN  
2010**



# **Efectos de la creación de empresas en el desarrollo: aplicación de un modelo de Dinámica de Sistemas para la evaluación de políticas de fomento empresarial en Colombia**

## **Resumen**

El documento busca evidenciar algunos efectos de la creación de empresas en el desarrollo. Para lograrlo, se toman los postulados hechos por los Neoschumpeterianos evolucionistas, que perciben a la economía desde los sistemas y a la empresa como su núcleo. Luego, se observan estas propuestas con hechos estilizados de Singapur, Irlanda, Corea y España, que muestran una adecuada complementariedad entre actividad empresarial, instituciones y patrones de especialización. Parte de lo visto en estos países se compara en un modelo experimental de dinámica de sistemas desarrollado para evaluar políticas empresariales de Colombia en el largo plazo. Las simulaciones permiten concluir que se requiere de una reducción de trámites y mayor acceso a los fondos de capital lo cual generará más empresas formales que afectan positivamente al desarrollo con empleos profesionales, instituciones eficientes, mayor volumen de exportaciones y mejores niveles de competitividad.

**Palabras clave:** Desarrollo, Creación de empresas, Dinámica de Sistemas.

**Clasificación JEL:** O10, L50, C61.

## **Abstract**

The document seeks to demonstrate some effects of new business creation in the overall development. To achieve this, the postulates made by the Neoschumpeterian Evolutionists are used; they perceive economy from systems and enterprise as its core. Then, these proposals are compared with benchmarks from Singapore, Ireland, Korea and Spain, which show an adequate complement between entrepreneurial activity, institutions and specialization patterns. Part of what is seen in these countries is compared in an experimental model of system dynamics developed to evaluate Colombia's entrepreneurial policies in the long run. The simulations reveal that a reduction of procedures and more access to capital funds is required, which will generate more formal enterprises and positively impact the development with professional jobs, institutional efficiency, an increase in exports and higher competitive levels.

**Key words:** Development, Business creations, System Dynamics.

**JEL Classification:** O10, L50, C61.



## **Agradecimientos**

En esta investigación se ha tenido un constante acompañamiento de dos compañeros y amigos de ECSIM: Diego Gómez y Mauricio Zuluaga. La oportunidad que me dieron para aprender junto a ellos es invaluable y significativa para el resto de mi vida personal y profesional.

Quisiera también agradecer a Bibiana Cuartas, Álvaro Muñoz, Rafael Rincón, Jorge Lotero, Luís Fernando Gamboa y Luciano Gallón, pues sus aportes fueron de gran importancia para el desarrollo de este trabajo.

Y por último, estoy enteramente agradecido con Marleny Cardona quien me ha brindado la oportunidad de reforzar las ideas de este trabajo y seguir la incansable búsqueda del desarrollo colombiano.



*A mi esposa Fabiola y mi familia,  
gracias por su paciencia y apoyo en  
el comienzo de una increíble aventura.*



## Tabla de Contenido

<b><u>I. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>11</b>
<b><u>II. LA PERSPECTIVA EVOLUCIONISTA DEL DESARROLLO</u></b>	<b>12</b>
<b><u>III. LOS PAÍSES ANALIZADOS: COLOMBIA, SINGAPUR, COREA DEL SUR, IRLANDA Y ESPAÑA</u></b>	<b>18</b>
<b><u>IV. LA DINÁMICA DE SISTEMAS Y SU APLICACIÓN AL DESARROLLO</u></b>	<b>26</b>
<b>A. EL MODELO: DIAGRAMAS CAUSALES Y DIAGRAMAS DE FORRESTER EN LAS DINÁMICAS DE LA CREACIÓN DE EMPRESAS Y EL DESARROLLO ECONÓMICO</b>	<b>26</b>
<b>B. RESULTADOS DEL MODELO: EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE POLÍTICA PARA COLOMBIA</b>	<b>39</b>
<b><u>V. CONCLUSIONES</u></b>	<b>49</b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b>51</b>
<b><u>ANEXO A. DINÁMICA DE SISTEMAS: CONCEPTOS BÁSICOS</u></b>	<b>59</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Comportamiento de las empresas en el ambiente interno y en el ambiente externo .....	16
Figura 2. Comparativo de actividad empresarial entre países .....	19
Figura 3. Dinámicas del aprendizaje.....	22
Figura 4. PIB y nuevas empresas en Corea .....	22
Figura 5. PIB y nuevas empresas en Singapur.....	23
Figura 6. Principales productos exportados por Singapur .....	24
Figura 7. Principales productos exportados por Irlanda.....	24
Figura 8. Principales productos exportados por Corea.....	25
Figura 9. Principales productos exportados por España .....	25
Figura 10. Resumen del diagrama causal de la creación de empresas y el desarrollo económico.....	28
Figura 11. Relación entre creación de empresas y desempeño institucional .....	29
Figura 12. Diagrama de Forrester y la relación entre creación de empresas y desempeño institucional.....	30
Figura 13. Impacto de las nuevas empresas en el empleo .....	32
Figura 14. Impacto de las nuevas empresas en la competitividad y las exportaciones .....	34
Figura 15. Creación de empresas y aumentos en la competitividad.....	35
Figura 16. Creación de empresas e impactos en las exportaciones .....	36
Figura 17. Retroalimentación endógena entre innovación y creación de empresas.....	37
Figura 18. Dinámicas completas de la creación de empresas y los efectos en el desarrollo económico .....	38
Figura 19. Diagrama de Forrester de las nuevas empresas.....	39
Figura 20. Creación de empresas sin políticas y desempeño institucional	41
Figura 21. Dinámicas de innovación con políticas.....	42
Figura 22. Creación de empresas con políticas.....	44
Figura 23. Cantidad de trámites en el sistema .....	44
Figura 24. Diferencias en el empleo con y sin políticas.....	45
Figura 25. Impacto de las nuevas empresas en las exportaciones .....	46
Figura 26. Efectos de las nuevas empresas en el nivel de competitividad..	47
Figura 27. Creación de empresas informales en los dos escenarios .....	48
Figura 28. Diagrama causal de las dinámicas de población.....	59
Figura 29. Diagrama de Flujos y Niveles en las dinámicas de población....	60
Figura 30. Variables auxiliares en las dinámicas de población.....	61

# **Efectos de la creación de empresas en el desarrollo: aplicación de un modelo de Dinámica de Sistemas para la evaluación de políticas de fomento empresarial en Colombia**

## **I. Introducción**

Albert Einstein decía “no pienso en el futuro porque llega muy pronto”, pero es precisamente ese motivo el que lleva a pensar en el futuro, y más especialmente en problemas tan complejos como los del desarrollo económico. En este sentido, se puede preguntar ¿qué es desarrollo?, ¿qué lo genera? y ¿qué se puede hacer para sostenerlo o mejorarlo en el futuro?

En cuanto a la respuesta a las dos primeras preguntas, aún no existe un consenso en la literatura, y por el contrario, los mismos documentos concluyen que es un misterio y un significado sin una única definición. Sin embargo, de los múltiples intentos que se han dado para responder a esto, se puede percibir implícitamente un factor que desata las propuestas hechas por los teóricos del desarrollo. Se trata de las empresas, y más específicamente el surgimiento de ellas, pues se habla de formas de producción, economías de escala, competitividad y demás. Y quién más que las nuevas empresas las que llevan a forzar estos patrones de comportamiento.

Es por esto, que si se desea lograr mejores niveles de desarrollo económico, algunas de las políticas deben estar enfocadas en esta dirección. Para tal efecto, este trabajo tiene como objetivo evidenciar los efectos que trae la creación de empresas en el desarrollo a través de un modelo de dinámica de sistemas, que permite evaluar políticas empresariales y quizás sugerir algo en materia de cultura emprendedora para Colombia.

Entonces, para iniciar esta aventura, aparte de esta introducción (Capítulo I), el documento se apoya en la discusión del desarrollo económico en lo referente a su misterio, y logra ver en los planteamientos evolucionistas una aproximación a su respuesta. Pues, el centro de su análisis es la empresa, su ambiente, y la retroalimentación constante entre ellos mismos; donde su resultado son más empresas y un mayor desenvolvimiento económico (Capítulo II).

El tercer capítulo, se presenta evidencia empírica de las dinámicas entre las nuevas empresas y su relación con el desempeño institucional. Los países analizados fueron Singapur, Corea, Irlanda, España y Colombia, ya que se ha demostrado por la literatura consultada sobre el tema, que el crecimiento acelerado en los tres primeros países se debe en parte al fomento empresarial y a la mínima intervención estatal; para el caso de España, aunque no es un país de crecimiento acelerado, sí pertenece al grupo de naciones con alto ingreso, y sus políticas empresariales se presentan como un bonito ejemplo que puede ser aplicado a Colombia, país con alto paternalismo y una actividad empresarial muy informal.

Algo de lo visto en estos países es utilizado en el capítulo cuatro que se encarga del aspecto metodológico en el documento. La dinámica de sistemas es un instrumento que se modela bajo el pensamiento sistémico y sus resultados son simulaciones de posibles comportamientos futuros del sistema propuesto. En este caso, el desarrollo económico es concebido como un sistema interdependiente, donde sus variables son afectadas por las dinámicas empresariales. Los insumos para este modelo son tomados de *World Development Indicators –WDI–*, *Doing Business* y *Global Entrepreneurship Monitor –GEM–*; y sus resultados están dados por un sistema sin políticas o con las políticas actuales estabilizadas en el tiempo; y otro, con algunas políticas sugeridas por el CONPES de transformación productiva, o por el ejemplo de los países desarrollados. El capítulo cinco concluye aspectos relacionados con la reducción de trámites para la apertura de nuevos negocios y los requerimientos de fondos de capital para impulsar las iniciativas emprendedoras.

## **II. La perspectiva evolucionista del desarrollo**

Una de las principales conclusiones a las que han llegado pensadores y expertos del desarrollo es que este es un misterio. Esta rama de la economía se ha tratado de abordar desde varios frentes, todos ellos parecidos sólo por una inquietud: ¿por qué se desarrollan los países? o ¿qué hace que un país sea más desarrollado que otro? Múltiples respuestas se han presentado, sin embargo todas ellas muy desarticuladas. ¿Será, por tanto, como concluye Helpman (2004) en su última obra que el desarrollo es un misterio?

Surge entonces, una serie de inconformismos alrededor del estancamiento que ha presentado la teoría del desarrollo. Escritos como los de Ane Krueger (1996), Pranab Bardhan (1994) y Albert Hirshman (1984)

evidencian el retroceso que se ha tenido en esta materia, pues sus aportes a la realidad sólo han empeorado la situación de los países menos desarrollados, pues sostenían que se debía intensificar más el uso del capital y la tecnología sin tener una plataforma financiera estable que lo permitiera, entre otras cosas.

La teoría del desarrollo como tal, tuvo un avance posterior a la concepción sólo de crecimiento económico (básicamente inspirados en el trabajo de Solow (1956)) con los trabajos de Sen (1988), Syrquin (1988), Gallup, Sachs y Mellinger (1999), Krugman (1997), entre otros, ya que sus principales aportes consistieron en evidenciar que el único problema no es sólo en crecimiento económico, sino además en otros temas, como la reasignación de recursos, las instituciones, la geografía, el cambio estructural, el desarrollo humano por medio de las capacidades, y el empresarismo, entre otras cosas. En sus artículos proponían que el desarrollo económico como tal, dependía de muchos otros elementos, tales como una participación más activa de las instituciones (entendidas como normas y reglas), economías de escala, externalidades, y complementariedades sectoriales, entre otras (Aparicio, 2008).

Así, a principios de 2000, la expresión referida al misterio del desarrollo dio cuenta su perplejidad en el *main stream* y en los teóricos de la nueva teoría del crecimiento; pero tanto North (2005) como los evolucionistas y los revisionistas como Hausman y Rodrick (exponentes de Harvard), empezaron a sugerir que el emprendimiento era la clave.

De esta forma, si se mira desde el lado de la oferta, todas las propuestas encaminadas al desarrollo reúnen un patrón característico, el cual lleva a pensar que la esencia o lo que se encuentra en lo más profundo son las empresas y las dinámicas que ellas desatan. Por tanto, cabe preguntarse ¿qué efectos traen las empresas en el desarrollo económico de los países? y además, ¿cuál es su importancia para el diseño de políticas de desarrollo? Este documento tratará de dar respuesta a dichos interrogantes tomando sólo el inicio de las firmas, es decir, el impacto de la creación de empresas en el desarrollo económico.

Así, el objetivo que acá se fija consiste en evidenciar algunos de los efectos que trae la creación de empresas en el desarrollo a través de un modelo en dinámica de sistemas, y a partir de allí, evaluar políticas de fomento empresarial que contribuyan a un mayor desarrollo económico para Colombia.

Entonces, desde el punto de vista teórico, la pregunta ha permanecido de manera implícita en los planteamientos más ortodoxos del pensamiento económico. Smith por ejemplo, analiza la empresa cuando observa la organización de su recurso humano y concluye que para un mejor proceso productivo, las tareas deben delegarse y distribuirse entre todo su personal. Con esta idea (la división del trabajo) Smith construye parte de su Teoría General. De igual forma, David Ricardo analiza el producto de los países a partir de su dotación de factores (Tierra, Capital y Trabajo), sus respectivas ventajas sobre otros países, y sus relaciones con el mercado exterior, los cuales, determinan las diferencias económicas y sociales de los países.

Así, desde los clásicos, neoclásicos y marginalistas, se consideró a la empresa como un aspecto implícito dentro del régimen capitalista, el cual se encarga únicamente de la producción. Para proponer un análisis más riguroso y formal de la economía en equilibrio estático era necesario excluir elementos difíciles de medir y teorizar, por lo que dejaron de lado los efectos que traen las empresas en los mercados y la economía en general (Santos Redondo, 1997).

En síntesis, desde las visiones más ortodoxas de la economía, la empresa se reduce a una simple función de producción que denominan “caja negra”. Lo que pasa en su interior y los efectos que esta genera en su entorno son marginados a lo más profundo del pensamiento económico. Todo esto sólo permite analizar la empresa desde el lado del crecimiento económico. Sin embargo, si se dimensiona bien la complejidad que esto carga consigo en la economía, se puede pensar que su análisis se sale de la esfera del Crecimiento y pasa al lado del Desarrollo Económico<sup>1</sup>.

Esta perspectiva fue inicialmente tratada a comienzos del SIGLO XX cuando aparece Schumpeter prestándole mayor atención al comportamiento de la empresa y las decisiones del empresario. En su obra titulada *Teoría del desenvolvimiento económico* relaciona a la empresa con el ciclo económico y comenta que es el empresario quien genera cambios en el ciclo por medio del incentivo de capturar mayor renta. Básicamente, la principal decisión

---

<sup>1</sup> Se debe aclarar que algunos pensadores de estas corrientes tradicionales consideraban que las empresas eran importantes en la esfera económica. Por ejemplo, Knight le daba importancia a la empresa y al empresario al considerar que lo que ocurre al interior y al exterior era fundamental para explicar por qué una empresa era mejor que otra, ya que ellas corren riesgo y asumen incertidumbre (Santos Redondo, 1997).

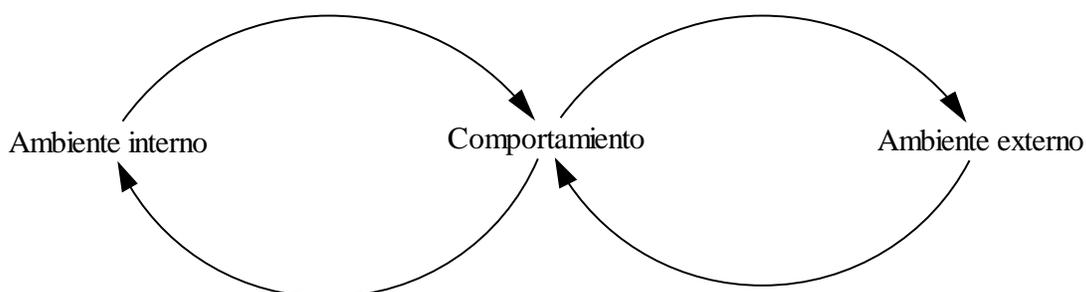
que se toma en la empresa es la de innovar; al respecto Schumpeter comenta:

“... ¿no podremos construir un modelo o esquema teórico de la mera evolución teórica, descubriendo qué impulsos concretos la mueven y derivando de sus efectos series de acontecimientos que sirven de explicación racional de la propia realidad histórica? He aquí lo que he tratado de hacer. Clasificando todos los factores que pueden ser causantes de cambios en el mundo económico, he llegado a la conclusión de que, aparte de los factores externos, existe uno puramente económico de importancia capital, y al que yo he dado el nombre de innovación...” (Schumpeter, 1911, p. 9).

Bajo este mismo pensamiento se desarrolla una nueva perspectiva económica denominada Teoría Neoschumpeteriana, y dentro de su seno, una corriente importante por sus componentes de formalización y aproximación sistémica que es la Teoría Evolucionista, la cual inicia con la obra de Nelson y Winter en 1982: *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Allí, se sale del esquema estático, y se empieza a mirar la economía de manera más dinámica y cambiante en el tiempo, pero, soportada en la idea de un mejor desarrollo económico basado en oportunidades de empresa, y además, de un adecuado desempeño de las mismas.

Como se observa pues, la empresa es el núcleo del análisis evolucionista, pues tiene características similares a las de las especies que se mencionan en la Teoría Darwinista, lo cual implica que posee características de entropía en el sentido de evolución; y de mutación en cuanto a la adaptación o cambio que genera en un ambiente. Aquí se considera a la empresa inmersa en un ambiente dinámico, obligándolas a una constante adaptación. Para que esto se dé es imprescindible que las empresas comiencen un proceso de innovación retroalimentado y reforzado dinámicamente tanto por sus decisiones al interior como lo que sucede a su alrededor. Véase la Figura 1 para una mayor ilustración de este proceso.

**Figura 1. Comportamiento de las empresas en el ambiente interno y en el ambiente externo**



Fuente: Dopfer, 2005.

Con la Figura 1 empieza a aparecer el concepto de sistema en el pensamiento económico, en el cual sus partes generan causas y efectos, y a su vez se retroalimentan de dichos comportamientos. La empresa, quien es la que emprende su proceso de adaptación toma decisiones en su ambiente interior, tales como reglas de organización y producción (en el que se encuentra la innovación y los procesos de aprendizaje que desembocan en el cambio tecnológico) (Nelson, 2005); y respecto a su relación con el ambiente externo, tiene dependencia y a su vez efectos en los mercados internos y globales, con las instituciones que imponen reglas de iniciación y funcionamiento (referido básicamente a trámites e impuestos) (Foster, 2005 y Metcalfe, 2005).

Alrededor de estos dos ambientes se pueden detectar otro tipo de efectos que son de suma importancia para el desarrollo. En primer lugar, Dejardin (2000) concluye que uno de los principales efectos que traen las empresas (y por ende la creación de empresas) es la creación de empleos formales y especializados en habilidades técnicas, tecnológicas y gerenciales.

En segundo lugar, están las externalidades positivas, tales como los *spillovers* (efectos contagio), y las de tipo tecnológicas y pecuniarias. Según Nelson (2005) y Silverberg y Verspagen (2005), el efecto complejo que generan las nuevas firmas innovadoras está relacionado con cambios en los patrones de especialización, pues aparte del esfuerzo en investigación y desarrollo para lograr la innovación (el cual involucra estudios de mercadeo y otros), en la parte externa a la empresa se crea un incentivo para la imitación y por ende para la especialización de un

producto determinado, el cual va a competir al interior de los países y en los mercados externos.

Como se observa, las interdependencias generadas por el comportamiento de la empresa se presentan altamente complejas por las retroalimentaciones al interior de los ambientes (o sistemas), y por los efectos que estas traen en el proceso económico en general. Por tanto, el concepto de desarrollo económico que acá se utiliza se acerca a lo propuesto por la Teoría Evolucionista

Aunque el concepto de Desarrollo Económico como tal no tiene una única definición, los Neoschumpeterianos evolucionistas dan una nueva idea que trata de entender los fenómenos del desarrollo, que consiste en concebirlo como un sistema de flujos continuos de decisiones sociales, donde interactúan al mismo tiempo, individuos, empresas y Estado. Los primeros, se consideran el núcleo de la sociedad; los segundos, son el motor que impulsa las dinámicas del desarrollo; y en cuanto al Estado, es quien facilita la interacción entre individuos y empresas. Por consiguiente, el hecho de incentivar el surgimiento de nuevas empresas, trae consigo efectos que generen procesos de innovación, y articulan a toda la sociedad para lograr mejores niveles de bienestar (Gómez, 2005).

Dado lo anterior, la importancia del documento que aquí se presenta, radica en aproximarse al problema del desarrollo desde una perspectiva sistémica, caracterizando al surgimiento de empresas (que producen bienes y servicios de alto valor agregado) como el principal motor que impulsa los procesos económicos, políticos y culturales, con el fin de alcanzar mejores niveles de desarrollo. Así, sus efectos desencadenan una serie de dinámicas sociales, tales como mejoras en las instituciones, y una inclusión de la sociedad en el aparato productivo, en el sistema educativo y en el de salud, entre otros, logrando entonces, disminuciones en los niveles de desempleo, una reducción de la desigualdad, y un mejor ambiente político al interior de los países. Por lo tanto, se propone una visión alternativa a través de la Dinámica de Sistemas, la cual, permite hacer un aprendizaje del sistema propuesto, para luego implementar una serie de estrategias que lleven a mejores niveles de desarrollo en posibles escenarios futuros.

Pero antes de entrar al modelo, es importante hacer un ejercicio estilizado que de muestra del comportamiento empresarial de los países y sus políticas implementadas, que los han llevado a niveles acelerados de

crecimiento y posteriormente de desarrollo. Dichas políticas pueden ser útiles para el ejercicio emprendedor colombiano.

### **III. Los países analizados: Colombia, Singapur, Corea del Sur, Irlanda y España**

Es importante aclarar que hasta ahora lo observado en las bases de datos mundiales no hay cifras que permitan comparar la actividad empresarial entre los países. Inclusive, se encuentran fuertes deficiencias a la hora de analizar los centros estadísticos de cada país. Aún con el esfuerzo realizado por el Banco Mundial por consolidar una base de datos que incluye a más 200 países en un periodo de 1960 hasta la actualidad, las variables relacionadas con la formación de empresas sólo aparecen hasta después de 2001, y para los años 2006 y 2007, se presentan como *missing*.

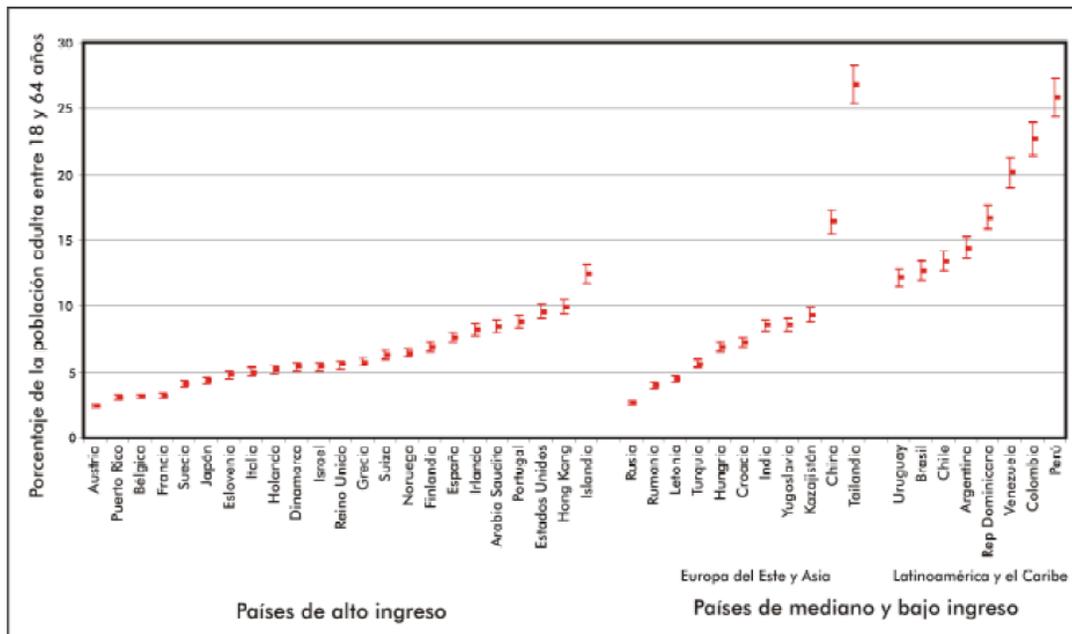
No obstante, para 1999 aparece *The Global Entrepreneurship Monitor – GEM*– motivado por el interés de analizar la actividad empresarial y la cultura emprendedora de los países, y a partir de allí, tratar de sugerir políticas para un mejor desempeño empresarial. Su premisa principal, como se dice en casi toda la literatura en este tema, es que la creación de empresas y su desarrollo ayudan al crecimiento de los países, generan empleo y diversifican la producción nacional (GEM, 2007).

El estudio de GEM es relevante en el sentido que comienza comparando la actividad empresarial en grupos de países: los de alto, mediano y bajo ingreso. La Figura 2 muestra este comportamiento, útil para concluir dos hechos relevantes. En primer lugar, los países de alto ingreso en promedio muestran una baja actividad empresarial, pero las empresas que crean son altamente innovadoras. Y en segundo lugar, los países de bajo ingreso, aunque tienen alta actividad empresarial<sup>2</sup>, la mayoría de empresas son de tipo informal y los niveles de innovación y producción con valor agregado es muy incipiente (GEM, 2007).

---

<sup>2</sup> Inclusive, si se analiza por edades, la actividad empresarial es temprana.

**Figura 2. Comparativo de actividad empresarial entre países<sup>3</sup>**



Fuente: GEM, 2007

Nótese bien en esta Figura, que España e Irlanda están juntos en la pendiente más alta de los países con alto ingreso, cerca a Hong Kong (que tiene un comportamiento muy similar a Singapur el cual no aparece en el gráfico), Islandia y Estados Unidos. En el caso de España, aunque sus tasas de crecimiento son bajas (tasas alrededor del 3% en los últimos cinco años según *WDI*), las iniciativas por fomentar las nuevas empresas son muchas. En este sentido, Velilla (2009), muestra ejemplos como el de la empresa Fageda, constituida en Cataluña para incluir personas con ciertas discapacidades o excluidas del mercado laboral. La filosofía de este Gobierno no es darle de comer a las personas, sino enseñarles a buscar alimentos. Es por eso, que España vio la oportunidad en materia de lácteos y propició el ambiente adecuado para que Fageda se formara y cumpliera esta labor social.

Una ventaja de este tipo de acciones es precisamente la facilidad que permiten los gobiernos con la simplificación de los trámites y la reducción de sus costos (Doing Business, 2008). El reporte de *Doing Business* del año 2008 clasificó a los países según la facilidad para hacer negocios, en donde encabeza la lista Singapur, pues sólo requiere de tres trámites, tres días y

<sup>3</sup> Para la elaboración de esta gráfica, se toman las respuestas a la pregunta ¿en qué edad creo usted la empresa?

0.7% de su PIB per cápita. A su vez, no posee dificultades para contratar empleados, y tiene facilidades para acceder al crédito, entre otros.

Para el caso de Irlanda, quien ocupa el octavo lugar en este reporte, *Doing Business* comenta que es un país con características muy similares a Singapur y Corea, ya que algunas de las principales políticas para lograr niveles acelerados de crecimiento fueron el fomento y fortalecimiento empresarial, basados en tecnología e innovación. Para ello, el gobierno irlandés sólo tiene cuatro trámites, que demoran 13 días y cuestan 0.3% del PIB per cápita.

En cuanto a Corea y España, el reporte los clasifica en los puestos 30 y 38 respectivamente. Estos países tienen una estructura institucional parecida, ya que, Corea cuenta con ocho trámites para iniciar un negocio, mientras que España tiene diez; estos trámites demoran 14 y 47 días respectivamente; y tienen un costo 14.7% y 15% del ingreso per cápita, en su orden.

De estos países, algo puede aprender Colombia en materia institucional, ya que su clasificación en el reporte no es muy alentador. El país ocupa el puesto 66, con una cantidad total de 14 trámites, 43 días y 21% del ingreso per cápita. Lo cual quiere decir, que para montar una empresa, se debe invertir en procesos y trámites casi una cuarta parte del ingreso anual, lo cual, comparado con los otros países, es altamente nocivo y destructivo para el fomento empresarial. Esta es una de las causas que comenta GEM en su reporte, pues aparte del alto desempleo y el poco acceso a los recursos financieros, las personas deciden evadir esta cantidad de trámites y los costos que ello requiere.

Por ello, cabe preguntarse ¿qué han hecho en materia de política empresarial los países de alto ingreso para lograr sus niveles actuales de desarrollo? Y ¿qué puede aprender Colombia de todo esto? Aunque al hablar de política empresarial se tienen en cuenta gran cantidad de elementos, se pueden tocar unos puntos claves para aprender más sobre estos países. La promoción de nuevas industrias en países como Irlanda, Singapur, Corea y España han arrojados resultados exitosos. Algunos de ellos con intervención Estatal directa, y otros a través de la coordinación entre el sector privado y el Gobierno. Lo que sí comparten estos países es la idea que plantea Stallings (2001) en lo referente a las ventajas que trajo consigo la apertura comercial. En efecto, estos países han aprovechado la

oportunidad de acceder a los mercados mundiales, con la salvedad de que su portafolio exportador se ha diversificado, o por lo menos ha mantenido sus patrones de ventajas comparativa a nivel internacional.

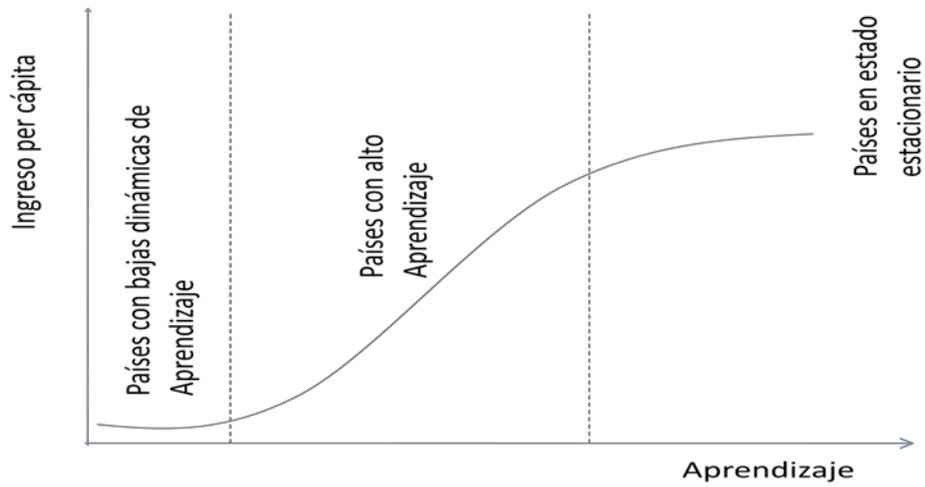
Aparte de la asociación y cooperación como un tipo de política industrial, estos cuatro países han implementado medidas relacionadas con facilitar el acceso a recursos existente, financiamiento para el desarrollo tecnológico y la innovación, entrenamiento, consultorías, concesión de préstamos con bajos intereses, control de calidad (transferencia de conocimiento e intercambio de ideas), internacionalización, ayudas fiscales (subsidios y reducción de impuestos), y reducción en los trámites administrativos, entre otras. Todas estas acciones implementadas por el Estado a través de la participación entre los actores, han ayudado de cierta manera, a que se ubiquen en el rango de países con ingreso alto a nivel mundial.

Para el caso de Irlanda, Singapur y Corea, su principal medida estuvo encaminada a la mejora en el nivel educativo, pues se lograron brincos en forma de “S” en la adopción del conocimiento (ver Figura 3); se apoyo a la investigación y desarrollo, se incentivó la inversión extranjera<sup>4</sup>, entre otros. De esta manera, los países aquí mencionados aumentaron su número de empresas especializadas en productos de alta tecnología, contribuyeron a la creación de nuevos empleos, mejoraron el desempeño de sus instituciones y, por tanto, aumentaron su nivel de Producto Interno Bruto (Gómez, 2005 y 2009). Véase Figura 4 y Figura 5.

---

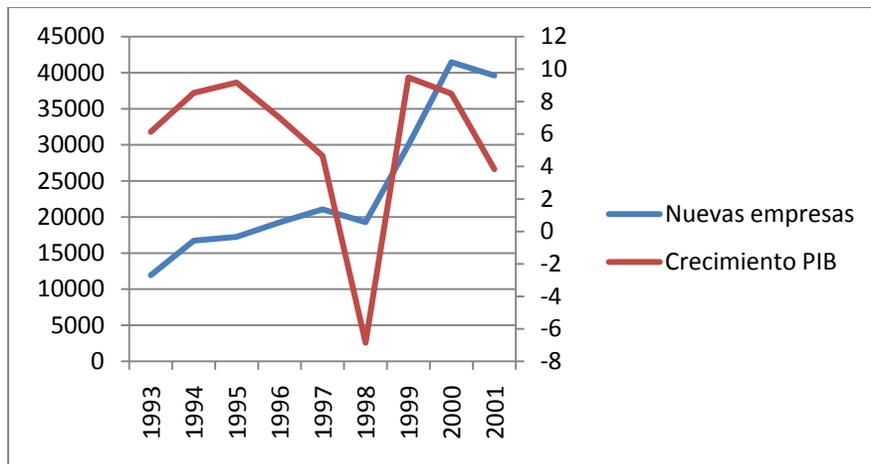
<sup>2</sup> Caso de Irlanda, industrialización por invitación.

**Figura 3. Dinámicas del aprendizaje**



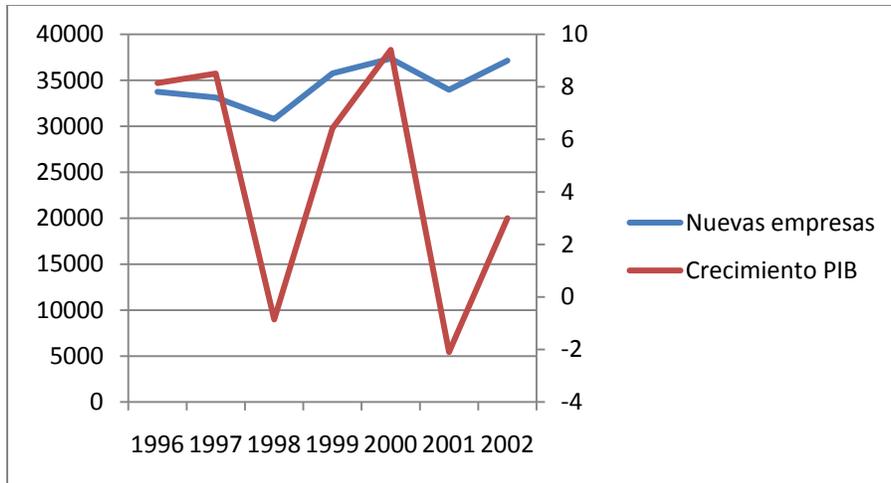
Fuente: Hecho por el autor con base en Gómez, 2009.

**Figura 4. PIB y nuevas empresas en Corea**



Fuente: Aparicio, 2008.

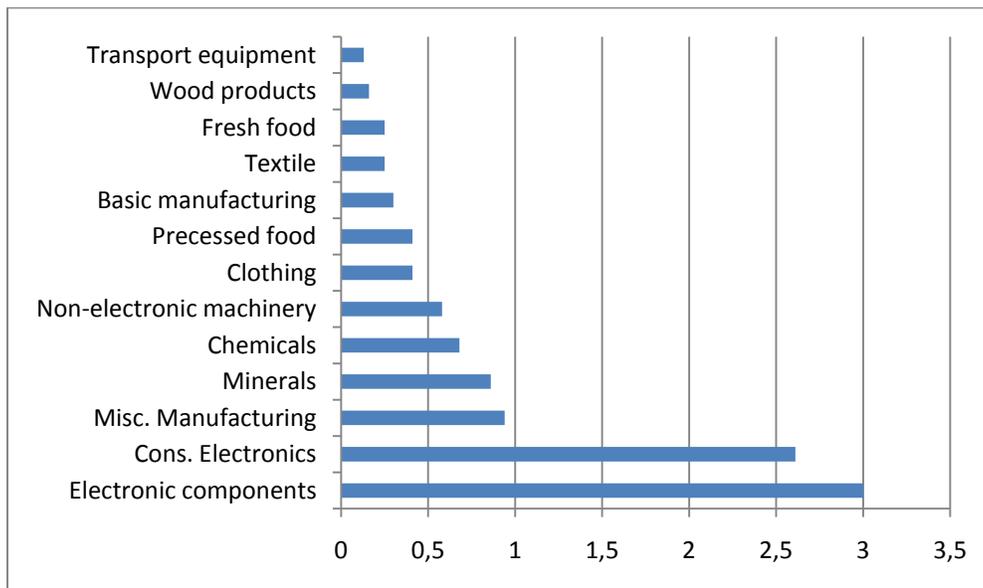
**Figura 5. PIB y nuevas empresas en Singapur**



Fuente: Aparicio, 2008.

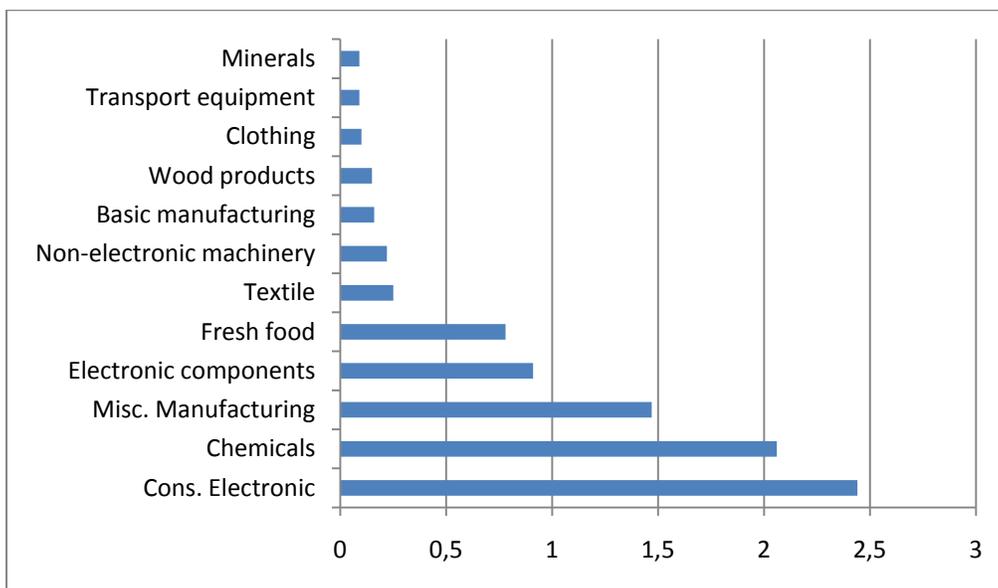
En Irlanda por ejemplo, todo su proceso de política industrial e inclusión marcó el desarrollo importante de *clusters* en las áreas de información, comunicación, telecomunicaciones y Tecnología. Singapur, por su lado, ha obtenido importantes resultados en el sector de los eléctricos, químicos, manufacturas biomédicas, ingeniería de precisión e ingeniería de transporte. Y para el caso de Corea y España, sus esfuerzos positivos ayudaron a que las pequeñas y medianas industrias se concentraran en textiles, componentes electrónicos, equipos de transporte, químicos, y comida fresca, entre otros. Véase Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Figura 9.

**Figura 6. Principales productos exportados por Singapur**



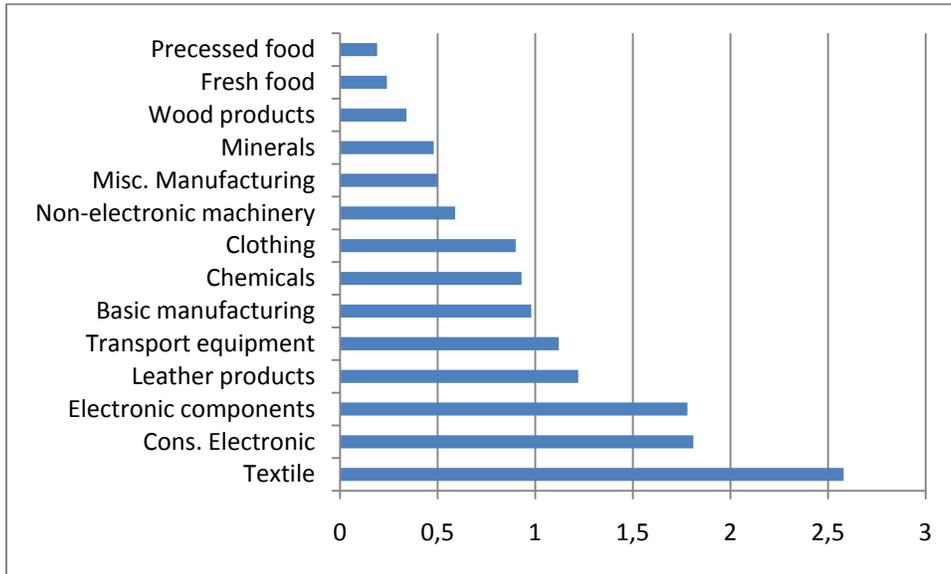
Fuente: Gómez, 2005.

**Figura 7. Principales productos exportados por Irlanda**



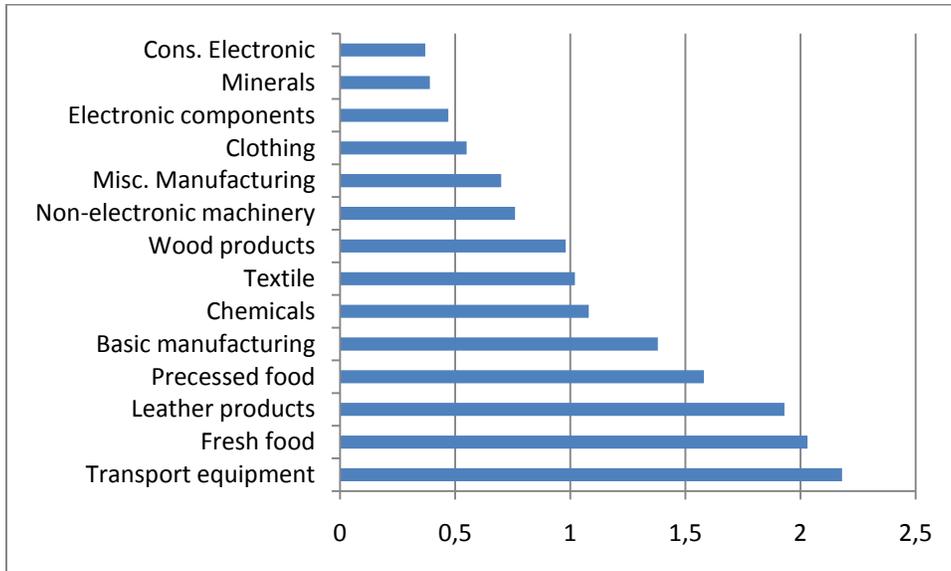
Fuente: Gómez, 2005.

**Figura 8. Principales productos exportados por Corea**



Fuente: Gómez, 2005.

**Figura 9. Principales productos exportados por España**



Fuente: Gómez, 2005.

Comparado lo visto en estos países con el comportamiento colombiano, se puede pensar en tomarlos como ejemplo, y hacer de Colombia un lugar propicio para iniciar negocios, pues Colombia, por ahora no cumple estos

requisitos. Aparte de un alto proteccionismo estatal, Colombia se ha visto perjudicada por una serie de factores que han perdurado durante el SIGLO XX. Factores como la violencia (Cárdenas, 2005), las trampas de pobreza en las cuales se ven envueltas las poblaciones menos educadas y con menos recursos (ECSIM, 2007), la desigualdad como resultado de políticas mal establecidas o con diferentes prioridades (Cárdenas, 2007; y MERPD, 2006), y los problemas de infraestructura (Cuervo y González, 1997), entre otros, han determinado el fluctuante comportamiento de la economía, y en particular, la creación de empresas colombianas.

Por esto, es importante que la actividad empresarial de Colombia deba ir encaminada a nuevas firmas innovadoras y hacia una ambición más competitiva. El logro de ello depende de la articulación y coherencia en las políticas implementadas por el Gobierno. Ahora, ¿qué ocurriría con la actividad empresarial de Colombia si se avalúan y modifican las políticas concernientes con los trámites y el acceso a los fondos de capital?<sup>5</sup> Posibles respuestas a ello, son mostradas en el siguiente capítulo.

#### **IV. La Dinámica de Sistemas y su aplicación al desarrollo<sup>6</sup>**

##### **a. El modelo: Diagramas Causales y Diagramas de Forrester en las dinámicas de la creación de empresas y el desarrollo económico**

En Gómez (2009) se emplea una herramienta capaz de emular y simular las dinámicas y estructuras sociales basadas en interrelaciones de múltiples variables, con el fin de obtener como resultados comportamientos futuros, los cuales sirven para proponer<sup>7</sup> y evaluar políticas que corrijan los patrones observados. La Dinámica de Sistemas, metodología que se usa en el Pensamiento Sistémico y de manera más general en la Teoría de Sistemas, permite hacer cálculos con pocas series de datos, pues una de sus bondades consiste en endogenizar gran parte de los elementos que la integran, necesitando únicamente un dato semilla.

---

<sup>5</sup> Ambos, componentes estratégicos para promover la actividad empresarial y mejorar posteriormente los niveles de desarrollo.

<sup>6</sup> Para más detalle técnico léase el Anexo A.

<sup>7</sup> Además de proponer, sirven para generar aprendizaje sobre el comportamiento de los sistemas a acciones externas (impactos exógenos), permitiendo construir reglas de decisión y estructuras de respuesta a nuevos acontecimientos. Cabe aclarar que no es una herramienta predictiva.

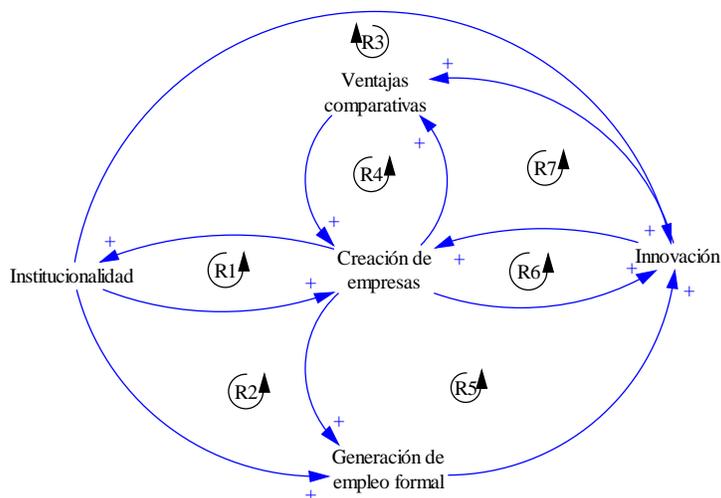
Para desarrollar este tipo de modelos, es importante establecer una hipótesis dinámica, y definir los elementos tanto endógenos como exógenos que participarán en el sistema. Así mismo, es importante dejar claro aquellas variables que permitan cambios y provoquen un mejor desenvolvimiento del sistema (variables que poseen el principio de palanca). Para este trabajo, la hipótesis dinámica consiste en que la creación y expansión de empresas dedicadas a la producción de bienes y servicios de alto valor agregado generan dinámicas económicas y sociales, las cuales, conllevan a mejores niveles de desarrollo económico. Dichas dinámicas son interacciones simultáneas entre variables como, generación de empleos formales, instituciones eficientes, actividades innovativas, y mejoras en los patrones de especialización.

La Figura 10 muestra de manera resumida la hipótesis planteada, en donde la creación de empresas se ubica en el centro del diagrama, convirtiéndose en el motor que desata mayores niveles de desarrollo, ilustrados en más generación de empleos profesionales, mejores niveles de competitividad (o ventajas comparativas), mayor eficiencia en las instituciones, y aumentos en la tasa de innovación.

Al respecto, Gómez comenta:

“El bienestar se construye en el tejido socioeconómico competitivo y sostenible en el tiempo que conforman las empresas y demás organizaciones sociales. Este enfoque privilegia el desarrollo empresarial e institucional como la base del sistema económico... Ello supone el establecimiento de marcos de políticas activas que promuevan y fomenten sistemáticamente el fortalecimiento y la creación de empresas, el fomento del espíritu empresarial como uno de los ejes éticos y culturales de la sociedad, y la promoción de la gestión de la tecnología, la innovación y la excelencia en el manejo empresarial” (Gómez, 2009, p. 160).

**Figura 10. Resumen del diagrama causal de la creación de empresas y el desarrollo económico**



Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el modelo dinámico que acá se presenta es una extensión de la propuesta metodológica hecha por Gómez en su tesis doctoral. Básicamente, su endogenización de las dinámicas de innovación es un adecuado insumo para dar inicio a la formulación matemática de la creación de empresas, tanto de valor agregado como informales.

De manera resumida, la tasa endógena de innovación es una variable que está en función directamente de la capacidad de innovación, la cual se forma de acuerdo con el conocimiento adquirido por una asesoría o capacitación y por el umbral de conocimiento que se crea con políticas de educación de calidad. Estos dos componentes educacionales sirven para formar un banco de proyectos útiles para la innovación que, una vez materializados, se convertirán en nuevos procesos o nuevos productos.

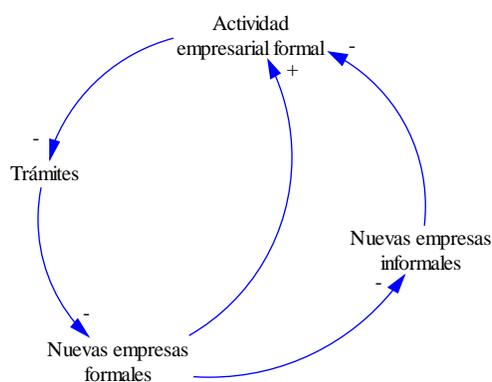
De la misma forma, este banco de proyectos se convierte también en nuevas propuestas de negocios, que sumado al efecto de tasa endógena de innovación, alimentará el banco de proyectos empresariales. Las firmas que se materializan de este banco son de dos tipos: un grupo de empresas innovadoras o de valor agregado, y otro de empresas informales, o como lo llama la literatura, empresas por necesidad.

La segunda es el residuo de la primera, y esta última, será una ecuación que depende de las tasas de actividad empresarial por oportunidad, la cantidad de trámites por realizar, y la tasa de fomento empresarial otorgada por el Gobierno. Y a su vez, la relación entre cantidad de empresas innovadoras y empresas por necesidad, exigirán una cantidad de trámites óptimos.

Por tanto, el bucle de refuerzo número uno (R1) da cuenta de la relación existente entre la creación de empresas y la eficiencia institucional, entendiendo esta como tiempo, costo y cantidad de trámites que son requeridos para iniciar un negocio. Dicha relación es altamente compleja por las mismas características que poseen las instituciones en una economía y los impactos que estas podrían tener. No obstante, su vínculo con las formas organizacionales (firmas, mercados, etc.) debe ser directo y propender por el control y el incentivo para el fortalecimiento (Williamson, 1985).

En ese sentido, North (2005) comenta que la intencionalidad de todas las personas, pero principalmente de sus dirigentes y aquellos que implementan normas y leyes, debe apuntar al progreso, y con ello, se pueden lograr mejores niveles de desarrollo cultural y por tanto social. Este círculo sistémico incentiva a los empresarios y nuevos empresarios a concretar sus ideas de una manera formal, y a su vez, este comportamiento obliga a las instituciones a tomar un rol coherente con la actividad empresarial del momento, evitando entorpecer sus iniciativas.

**Figura 11. Relación entre creación de empresas y desempeño institucional**



Fuente: Elaboración propia



En sentido matemático, los trámites serán calculados por un *stock* que se alimenta de un flujo llamado *Var Trámites* (o variación de los trámites), el cual dependerá de la cantidad de trámites vigentes y su producto, con la propensión a formalizarse (que está en función de la actividad empresarial y las tendencias que mantiene la economía informal), y una variable exógena que funciona como palanca, llamada política de reducción (ver ecuaciones 1 y 2)<sup>8</sup>.

*Ecuación 1:*

$$\text{TOTAL\_TRAMITES\_X\_REALIZAR}(t) = \text{TOTAL\_TRAMITES\_X\_REALIZAR}(t - dt) + (- \text{VAR\_TRAMITES}) * dt$$

$$\text{INIT TOTAL\_TRAMITES\_X\_REALIZAR} = \text{INI\_TRAMITES}$$

*Ecuación 2:*

$$\text{VAR\_TRAMITES} = \text{TOTAL\_TRAMITES\_X\_REALIZAR} * (\text{PROP\_A\_FORMA} / 1000) - \text{POLITICA\_REDUCCION} * 0.1$$

Esta política de reducción se incluye para evaluar qué tanto responde el ejercicio de crear empresas ante un ambiente de trámites de control. Con esto, la otra parte de la ecuación que endogeniza la creación de firmas está dada por el condicional de la cantidad de trámites existentes en la actualidad colombiana. Por tanto, si el número de trámites iguala o excede dicha cantidad, entonces, la creación de empresas con mayor valor agregado estará dada por los proyectos y una tasa de actividad empresarial que cuenta con un fondo de capital disponible; pero las nuevas empresas informales serán el resultado de los proyectos y la poca cantidad de nuevas empresas innovadoras. En caso de que los trámites sean inferiores al existente en la realidad colombiana, entonces, el número de nuevas empresas con valor agregado será mayor, por el acceso que estas ideas tienen a los fondos de apoyo estatal, causando una reducción en la cantidad de nuevas empresas informales (ver Ecuaciones 3 y 4).

*Ecuación 3:*

$$\text{NUEVAS\_EMPRESAS} = \text{IF}(\text{TOTAL\_TRAMITES\_X\_REALIZAR} < 14) \text{ THEN} (\text{BANCO\_PROY\_EMP} * \text{T\_FOMENTO\_EMP\_GOB} * (\text{T\_EMP\_FONDO\_DISPONIBLE} / 100)) \text{ ELSE} (\text{BANCO\_PROY\_EMP} * (\text{T\_EMP\_FONDO\_DISPONIBLE} / 100))$$

---

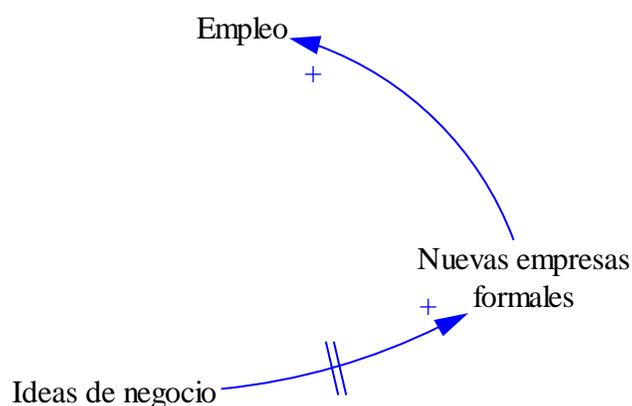
<sup>8</sup> Es importante mencionar que las constantes que se incluyen allí sirven para mantener la escala de los factores y el resultado de sus productos.

*Ecuación 4:*

$$N\_EMPRESAS\_INFORMALES = BANCO\_PROY\_EMP - NUEVAS\_EMPRESAS$$

Una vez obtenida la cantidad endógena de empresas, se empiezan a mirar los efectos que estas traen sobre las variables definidas anteriormente, las cuales se enmarcan en el concepto de desarrollo económico (bucles cuatro a seis<sup>9</sup>). El primer efecto, muy documentado en la literatura<sup>10</sup>, aparte de los incrementos en el crecimiento del producto, consiste en la generación de empleos formales, de calidad y calificados (ver Figura 13).

**Figura 13. Impacto de las nuevas empresas en el empleo**



Fuente: Elaboración propia.

Según Gómez (2005 y 2009), las sociedades pueden tener transformaciones a partir nuevas empresas que incluyan personas en sus actividades productivas, y también por la capacidad de generar nuevas ideas (es decir, innovar). El logro de ello depende básicamente del conocimiento que se genere en los procesos productivos y se adquiera en el ejercicio innovador. Es por ello que se sostiene la idea de que el verdadero desarrollo se logra con base en sociedades de conocimiento, las cuales no requieren de instituciones paternalistas sino de instituciones que

---

<sup>9</sup> Los refuerzos (R2) y (R3) están inmersos en la idea de una adecuada participación institucional en el ámbito laboral (incentivar, promover y velar la formalidad laboral) y en los aspectos relacionados con patentes y derechos de autor, trabajado por Gómez (2009) de forma más ampliada.

<sup>10</sup> Ver por ejemplo, Dejardin (2001), Cardona y Cano (2005) y Hernández (2008), entre otros.

incentiven y estén en pro de mejoras en la educación, investigación y desarrollo (Gómez, 2005).

El impacto presentado en el modelo estipula lo mencionado por el CONPES del Departamento Nacional de Planeación y su capítulo sobre el emprendimiento. En este documento se hace una generalización cuidadosa sobre la cantidad mínima de empleos que generan las nuevas firmas, haciendo hincapié en diez nuevas plazas laborales. Las nuevas empresas que tienen menos de esta cantidad suelen ser informales (sin registros en Cámaras de Comercio, sin compromiso de parafiscales y prestaciones sociales) y subemplean a sus trabajadores o contratan miembros de su propia familia sin una remuneración acorde con su servicio prestado. Por consiguiente, la ecuación muestra que por cada empresa creada, se generan diez nuevos puestos de trabajo.

*Ecuación 5:*

$$\text{EFEC\_EMP} = 0.01 * \text{NUEVAS\_EMPRESAS}$$

*Ecuación 6:*

$$\text{P\_AUM\_EMPLEO} = \text{EFEC\_AUM\_EMPL} + \text{EFEC\_EMP} + \text{EFEC\_RED\_EMPL}$$

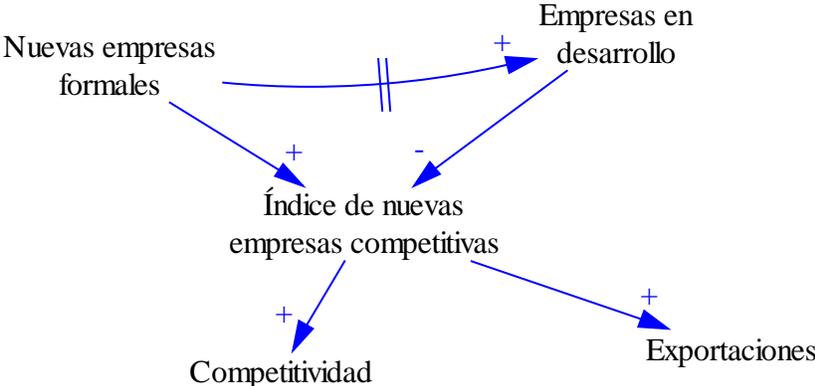
Otro de los efectos ocasionados por las nuevas empresas es el cambio en las ventajas comparativas o patrones de especialización, traducidos en mejores niveles de competitividad y volumen de las exportaciones. Esta idea se soporta en los trabajos de Hausmann y Kingler (2006), y Hausmann y Rodrik (2002), acerca del análisis de canasta exportadora y sus cambios que podría tener para mejorar su desempeño.

En el trabajo titulado *Development as a self-discovery*, desarrollan dos indicadores que miden el nivel y calidad de exportaciones de un conjunto de países: el primero es el *EXPI*, que mide el patrón de especialización; y el segundo es el *PRODI*, que mide la cantidad de productos con mayor valor en la canasta exportadora de cada país. Los resultados de este estudio llevan a la conclusión de derivar productos de aquellos que ya saben hacer.

Posteriormente, Hausmann y Kingler en el año 2006 publican un artículo en el que complementan el anterior trabajo. En él desarrollan de manera más sofisticada una técnica que da a entender la facilidad que tienen los países de cambiar sus productos bases por otro más elaborados y de mayor valor agregado. Con la metáfora de los monos y el bosque, útil para

explicar dicha facilidad, proponen políticas de incentivo a la innovación y fomento empresarial para lograr dichos saltos en materia exportadora. Por consiguiente, dados nuevos proyectos de innovación convertidas en nuevas firmas, la competitividad tendería a mejoras significativas y los volúmenes de exportación mostrarían aumentos en el tiempo (ver Figura 14).

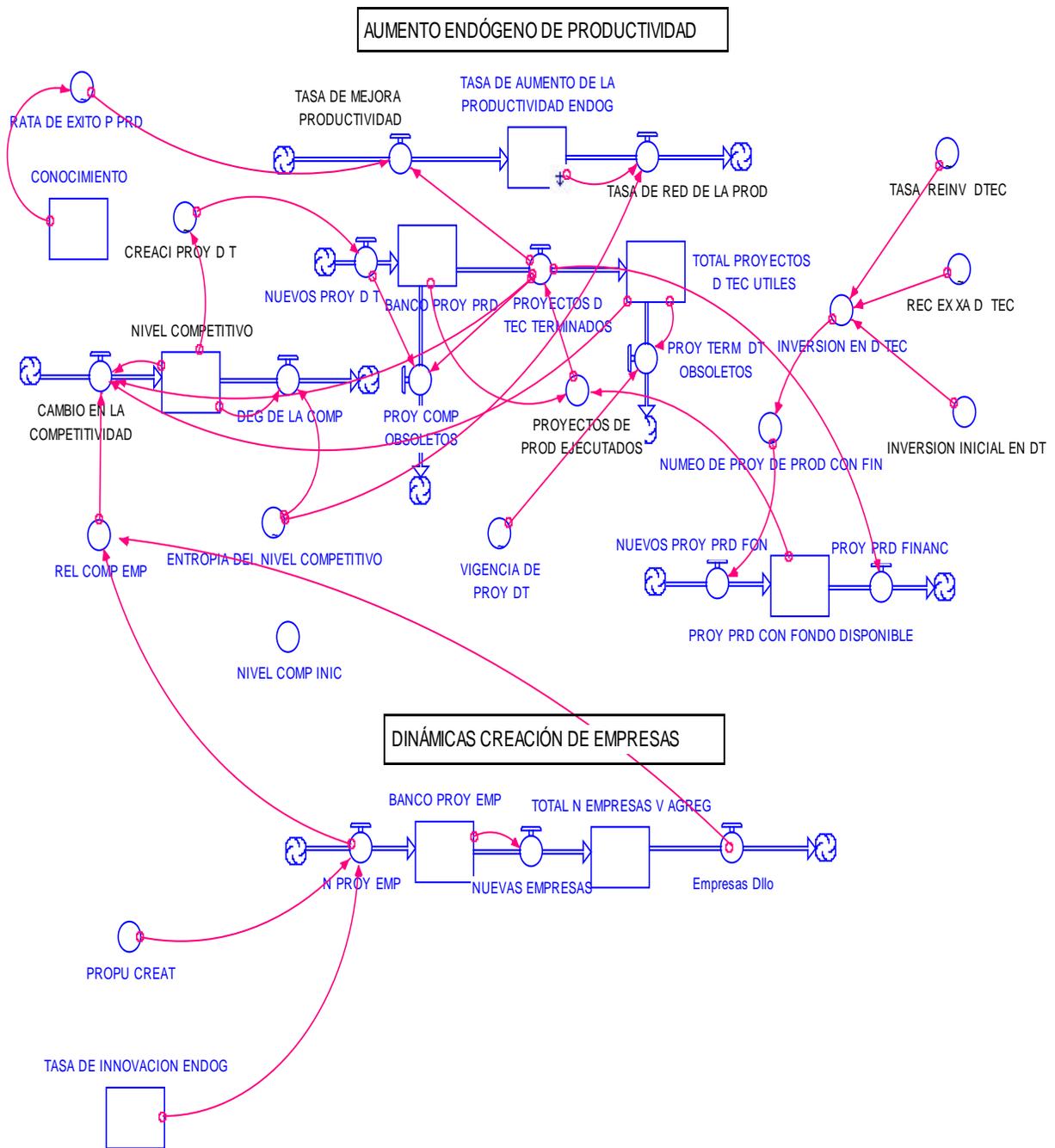
**Figura 14. Impacto de las nuevas empresas en la competitividad y las exportaciones**



Fuente: Elaboración propia.

Estas ideas son expresadas en el modelo con el banco de proyectos formado por el subsistema de innovación, los cuales cambian de acuerdo con el umbral de conocimiento que se tiene o se adquiere. La Figura 15 y la Figura 16 muestran cómo se extienden estos nuevos proyectos a los niveles de competitividad y los volúmenes de exportaciones. En primer lugar, y como se hizo mención en párrafos anteriores, las nuevas firmas surgen del banco de proyectos; estas tiene dos caminos, se desarrollan o simplemente mueren. Esta relación entre nuevas empresas y empresas en desarrollo, indica lo competitivas que han sido para lograr su desarrollo y supervivencia.

**Figura 15. Creación de empresas y aumentos en la competitividad**



Fuente: Elaborado por el autor; y Gómez, 2009.



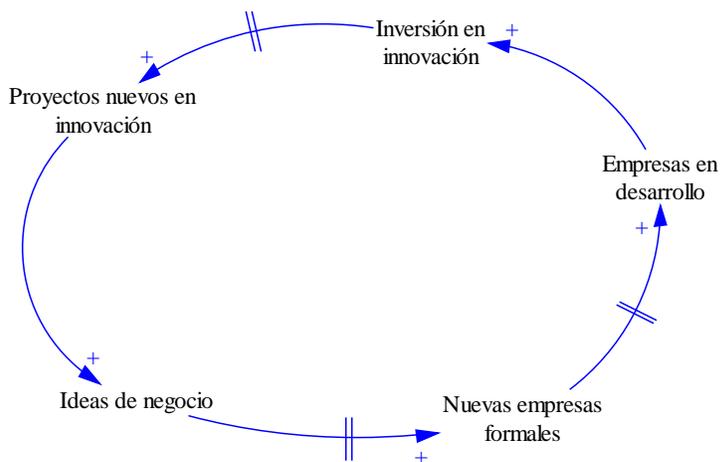
Ecuación 9:

$$P\_VENTAS\_EXT=VENTAS\_EXTERNAS\_FINALES*(1+P\_PROY\_CREC\_VENT\_EXT/100)*(1+EFFECTO\_PRECIO\_DEMANDA/10)*(INNOV\_DE\_PRODUCTO)*(1+REL\_COMP\_EMP/100)$$

El componente de empresas en desarrollo, que no es materia relevante de este trabajo, es útil para mostrar el ciclo de refuerzo entre creación de empresas e innovación. Para que las empresas sobrevivan es importante, entre otros factores tales como la ubicación espacial y los encadenamientos productivos, que tengan en cuenta reinversiones permanentes en investigación y desarrollo de nuevos productos o nuevos procesos (Cardona y Cano, 2005).

Esta idea es ilustrada en la Figura 17, la cual parte de las nuevas empresas, luego pasa a firmas en desarrollo, terminando en decisiones de reinversión, que posteriormente se convierten en proyectos de innovación (que alimenta el *stock* de tasa endógena de innovación), para luego cerrar el ciclo con el banco de proyectos de nuevas empresas (es decir, nuevas ideas de negocio).

**Figura 17. Retroalimentación endógena entre innovación y creación de empresas**

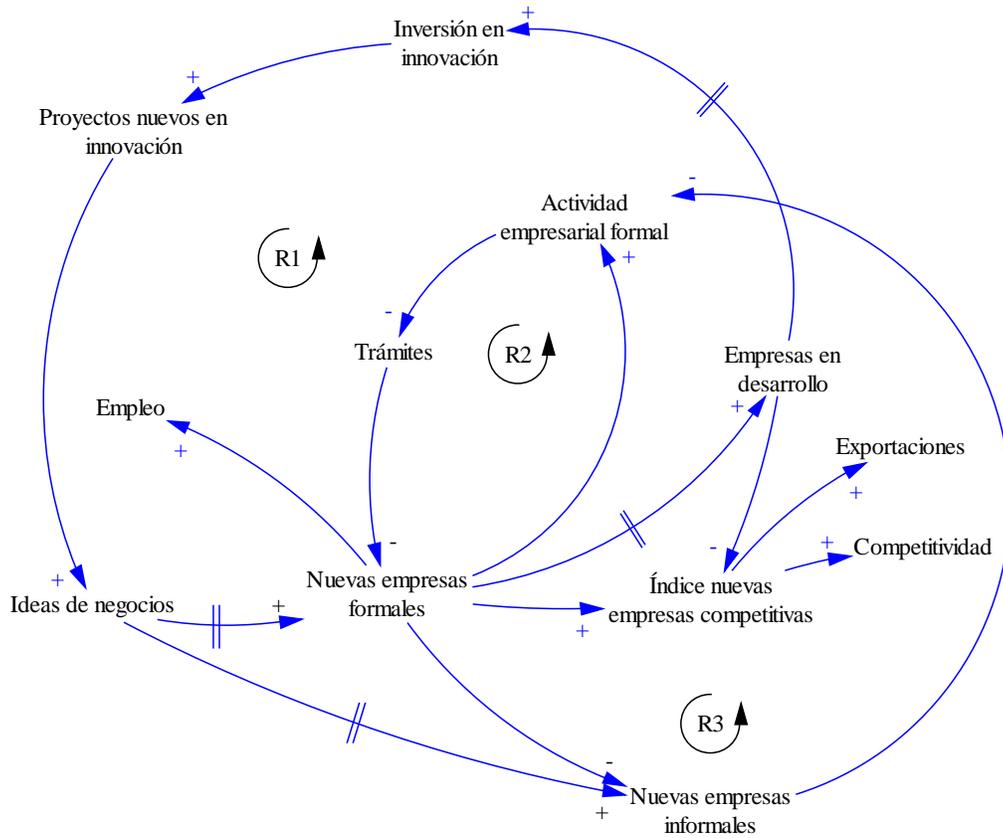


Fuente: Elaboración propia.

En suma, lo mostrado en las siguientes figuras enmarca el problema del desarrollo reducido a cuatro variables, impulsado por la creación de empresas y su interdependencia con el resto de variables. Además, no sólo pone de manifiesto en términos matemáticos la complejidad del problema,

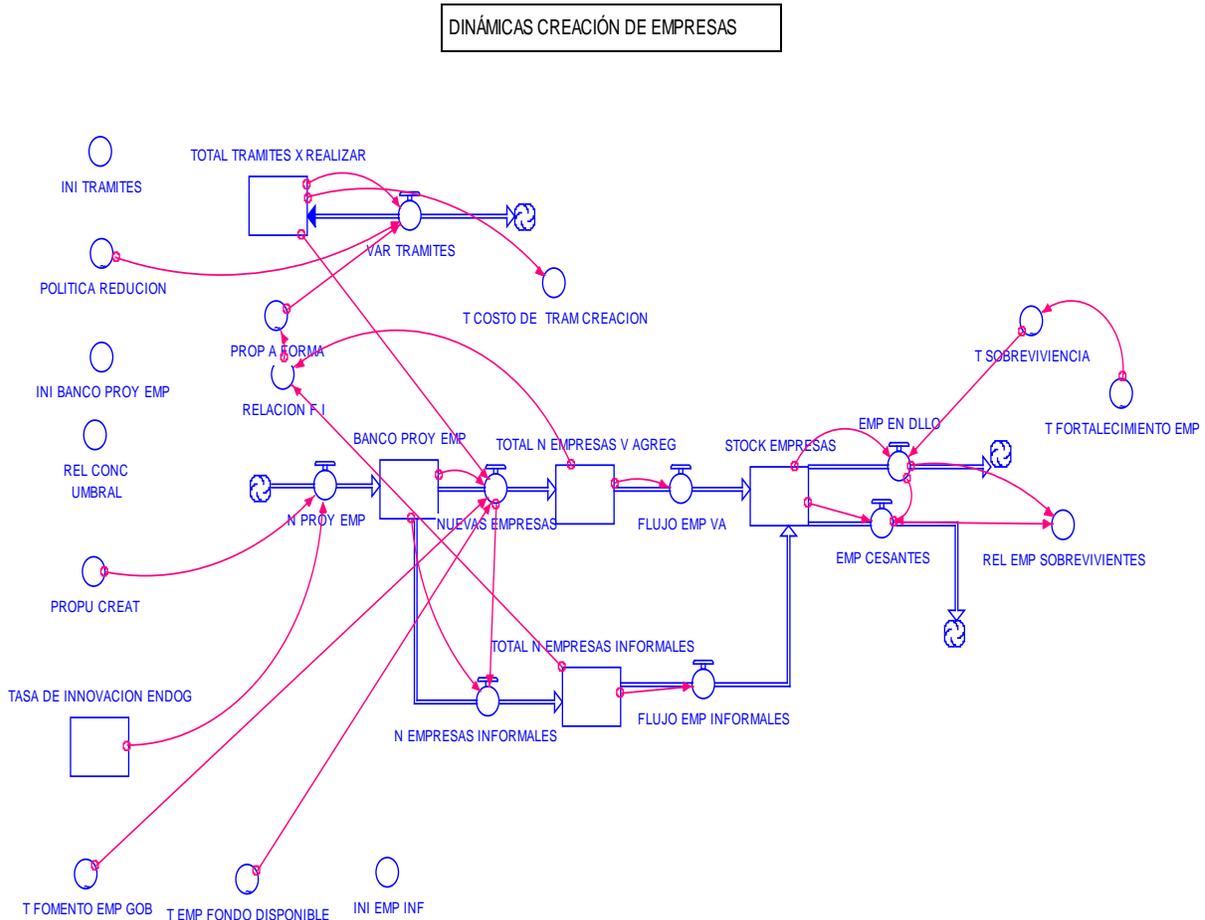
sino que trata de dar una respuesta que puede ser útil para la formulación de políticas sociales y económicas.

**Figura 18. Dinámicas completas de la creación de empresas y los efectos en el desarrollo económico**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 19. Diagrama de Forrester de las nuevas empresas**



Fuente: Elaboración propia.

**b. Resultados del modelo: evaluación y propuestas de política para Colombia**

Como se dijo anteriormente, una de las ventajas que presenta la dinámica de sistemas es que no necesita gran cantidad de series estadísticas para arrojar resultados; lo único que se requiere es un dato de inicio y una programación lógica que convierta a las variables en números y términos matemáticos. Por ende, los resultados que acá se exponen son el fruto de la programación mostrada en el anterior acápite y los datos obtenidos de *Global Entrepreneurship Monitor –GEM–*, *World Development Indicators of World Bank* y *Doing Business* de la misma entidad.

El período de análisis es de 17 años adelante, ya que se quiere comparar las propuestas escritas en la *Visión Colombia 2019* (Departamento

Nacional de Planeación, 2005) y en el video titulado ¿Cómo te imaginas a Colombia en el 2025? elaborado por la Vicepresidencia de la República en 2009. Ambos muestran una Colombia de alto conocimiento, con importantes desarrollos científicos, tecnológicos e innovativos; con nuevas empresas especializadas en productos y servicios de alto valor agregado, entre las cuales destacan, biotecnología, bioprocesos, nanotecnología y recursos energéticos alternativos, entre otras.

El logro de ello, implica básicamente una actuación coherente y articulada entre la sociedad, el sector privado y la implementación adecuada de políticas públicas. El Capítulo 3 de la Visión Colombia 2019 menciona el esfuerzo que se debe hacer en materia de promoción de capitales de riesgo para impulsar nuevas empresas que ayuden con la transformación productiva del país y contribuyan con la generación de empleos. De igual forma, se menciona la importancia de un marco institucional adecuado que fomente la competencia y permita la creación de iniciativas empresariales.

Y es precisamente en estos dos campos en los que el modelo de simulación dinámica quiere actuar. Uno de los objetivos que se tiene en este trabajo es evaluar y tratar de proponer políticas que permitan un adecuado desenvolvimiento de la actividad empresarial, y del desarrollo económico en general.

El modelo, por tanto, evalúa dos escenarios: uno en el que no hay políticas o las variables de intervención son vigentes y se mantienen constantes en el tiempo; y otro en el que se modifican estas variables. De este último, es de donde se hacen las sugerencias para lograr la iniciación y consolidación de los negocios.

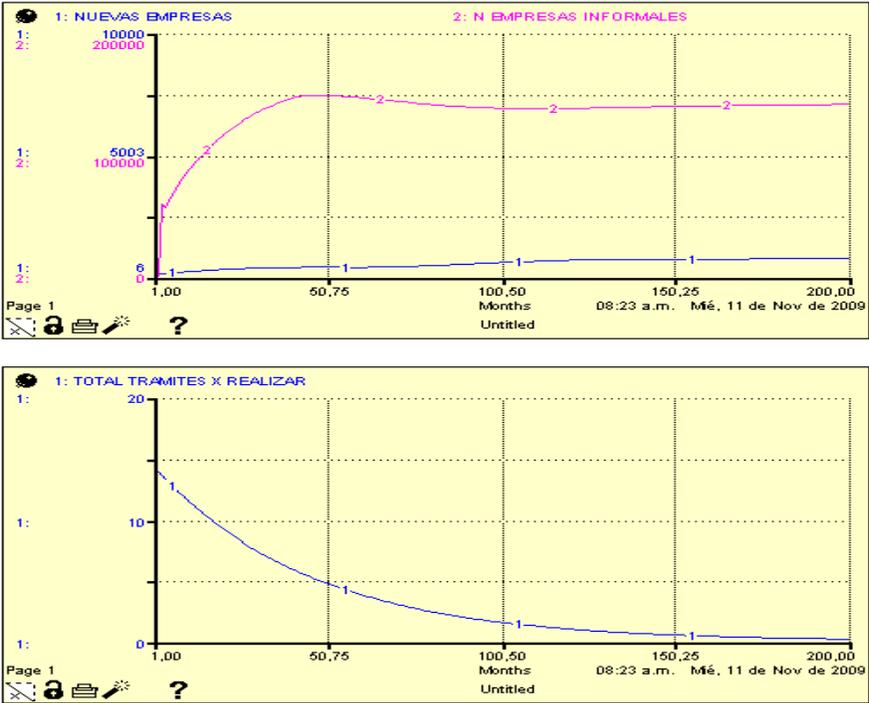
En efecto, el primer comportamiento que se evalúa es el del comportamiento de nuevas empresas. En este sentido, el CONPES de Política Nacional para la Transformación Productiva y el Fomento Empresarial comenta que la mayoría de empresas creadas en 2005 eran informales. Esta información es confirmada por los reportes de GEM, tanto en 2006 como en 2007, pues se afirma que aunque Colombia tiene una alta actividad empresarial, sus empresas son formadas por la necesidad y no por la oportunidad.

Las razones de este problema radican en el alto desempleo y un ambiente institucional poco propicio para la formación de nuevas firmas legales. Tal como se describió anteriormente, iniciar una empresa resulta costoso y

toma mucho tiempo (14 trámites, 43 días y 21% del PIB per cápita), por lo que el Departamento de Planeación Nacional decidió implementar una política de reducción de trámites, teniendo en cuenta sociedades simplificadas y uso de tecnologías de información y comunicaciones.

Aparte de estos problemas, existe uno más que es muy comentado en la literatura, el cual consiste en el poco acceso a los fondos de capitales, bien sea de microcrédito o aquellos denominados *Capital Venture* (capital de riesgo). Al respecto, Cardona *et al.* (2008) comentan que las ideas y proyectos de nuevos negocios no son ejecutadas limitando los programas de apoyo y fomento empresarial. Por tanto, la principal política para desarrollar proyectos empresariales consistirá en crear fondos de capital que permita a los nuevos empresarios dar inicio en su aventura empresarial. La Figura 20 muestra el comportamiento de nuevas empresas con la tasa de promedio empresarial para el año 2008, en la que se nota su comportamiento respecto a las empresas informales.

**Figura 20. Creación de empresas sin políticas y desempeño institucional**

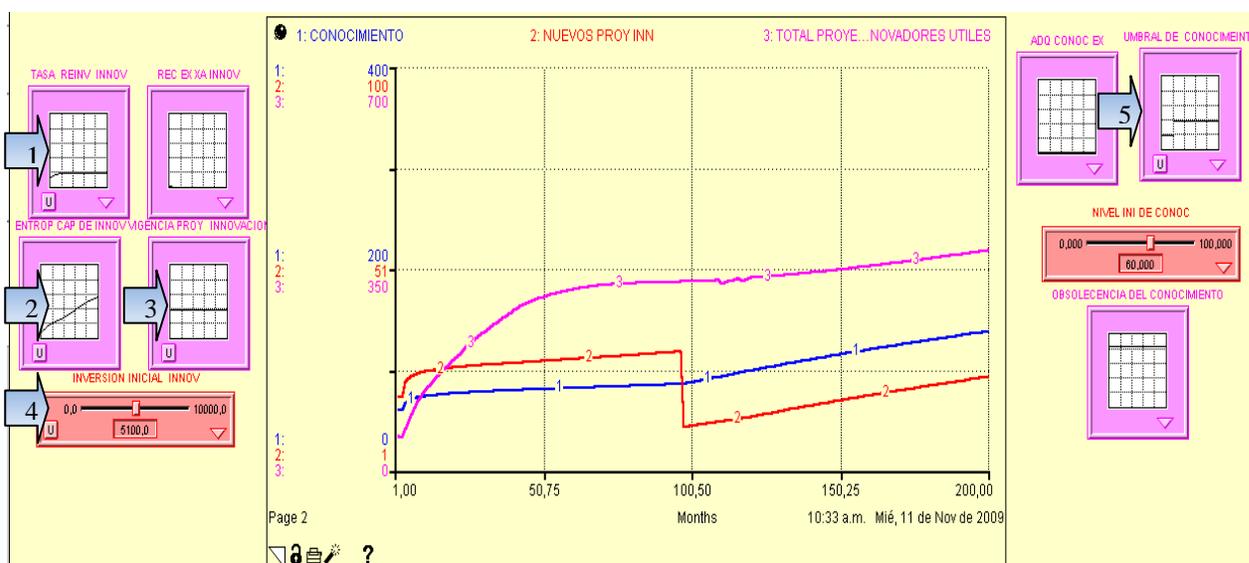


Fuente: Cálculos del autor.

A las tasas vigentes de desembolsos destinados para el microcrédito (2,3%)<sup>11</sup> las empresas creadas mantienen una tasa muy pequeña de crecimiento (239 en 2007 y 739 en 2023), y las empresas informales, por su lado, siguen mostrando gran actividad respecto a las otras (95647 en 2007 y 142146 en 2023). Esto indica que en el tiempo la transformación productiva del país es casi nula, pues los proyectos de innovación son parecidos en tiempo, contribuyendo muy poco a la visión y los planteamientos que se tienen en los programas de Colombia 2019 y 2025. Por otra parte, el comportamiento institucional endogenizado en el sistema muestra que, aunque se exija simplificación de trámites, las iniciativas empresariales no responden de la mejor manera ante dicho cambio, tal es el caso de iniciar con 14 trámites en 2006 y terminar con ningún trámite al final del período.

Teniendo en cuenta esto, queda por responder la pregunta ¿Qué pasa si se aumentan la tasa de fomento empresarial, y se reducen los trámites como política exógena? Y además, ¿qué impactos se tienen en las variables que se enmarcan en el desarrollo económico? Las respuestas a estas preguntas son precisamente la finalidad por la cual se desarrolló este modelo de simulación dinámica. Pero antes de entrar a modificar las políticas de empresarismo, es necesario hacerlo en las políticas de innovación, según lo mostrado por Gómez en su tesis doctoral (ver Figura 21).

**Figura 21. Dinámicas de innovación con políticas**



Fuente: Gómez, 2009.

<sup>11</sup> Dato publicado por la Superfinanciera de Colombia en 2009.

Para lograr el objetivo de transformación productiva, Gómez sugiere que las inversiones en innovación no sólo deben ser mayores, sino que también necesitan de reinversiones constantes, tales como montaje de departamentos de investigación, ciencia y tecnología en las empresas, o realización de vínculos más estrechos entre Universidades y sector privado, entre otros (Flechas 1 y 4). Estas decisiones de innovación requieren proyectos que tengan vigencia prolongada y que garanticen una degradación de conocimiento (llamada por el autor Entropía de innovación), que es obsoleto e inútil para los próximos resultados innovativos en el tiempo<sup>12</sup> (Flechas 2 y 3). Y finalmente, se apuesta por generar saltos en el conocimiento de la sociedad, los cuales están basados en las curvas de aprendizaje y la expansión del conocimiento en forma de “S” que se mostró en la descripción de los países.

El resultado de estas políticas muestra un crecimiento sostenido en los proyectos útiles de innovación (línea morada), los cuales van acompañados del aumento en los niveles de conocimiento (línea azul). Pero, nótese que la variable que genera el aumento en las pendientes del conocimiento y los proyectos útiles se debe a la caída de los proyectos de innovación, la cual es la que expresa la transformación productiva del país. En efecto, con una entropía de innovación creciente, generar gran cantidades de ideas nuevas en el corto plazo es complejo, pero a medida que pasa el tiempo las ideas innovativas que se apoyan en el nuevo conocimiento van en aumento y generando cambios en los patrones de especialización.

A partir de este resultado, se da el aumento significativo en la cantidad de nueva empresas innovativas y se dejan a un lado los proyectos de empresas destinados a la expansión productiva. La Figura 22, por tanto, muestra la diferencia que hay entre la creación de empresas sin políticas y con políticas. Las políticas implementadas en este sistema son acordes y propositivos al COMPES de transformación productiva. En este sentido, se hizo una política que redujera los trámites en dos constante en el tiempo, y se aumentara la tasa de fomento empresarial de manera creciente hasta llegar a niveles de 50% al final del periodo. Aunque lograr esto es difícil, existen estrategias que lo permiten, como convenios con el Banco Interamericano de Desarrollo u organismos internacionales<sup>13</sup>. La Figura 22 muestra los cambios hechos en las variables de intervención y sus resultados.

---

<sup>12</sup> Aunque son necesarios en un momento presente, pues de ellos se desprenden los nuevos productos.

<sup>13</sup> Para mayor detalle véase Velilla (2009).

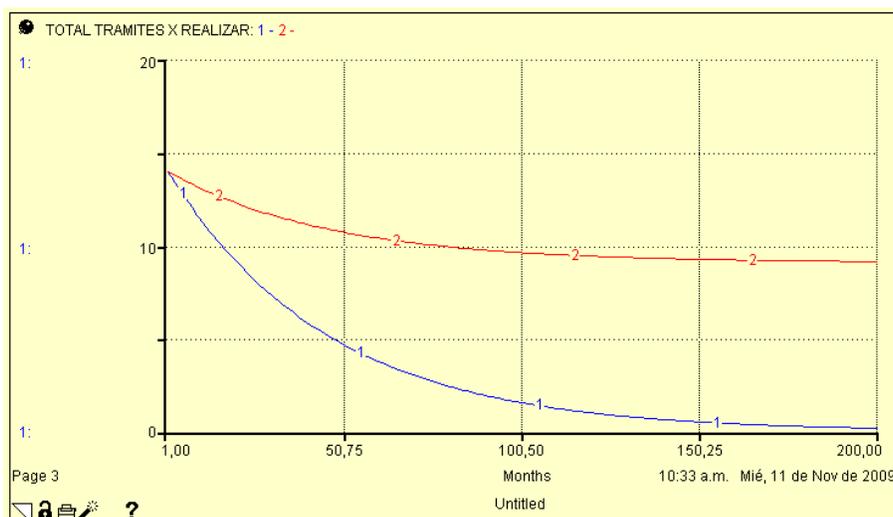
**Figura 22. Creación de empresas con políticas**



Fuente: Cálculos del autor.

Los cambios señalados en las Flechas 1 y 2 generan un incremento significativo en la generación de empresas (49696 en la línea roja contra 739 de la línea azul en el año 2023), dando a entender que, aparte de asesorías, capacitaciones y campañas que promuevan la cultura emprendedora, lo que más se necesita es el apoyo financiero, el cual le permite formar su capital inicial e iniciar sus labores productivas, que contribuyen al desarrollo incluyente. De otro lado, con la política de simplificación de trámites más el comportamiento endógeno en el sistema, se tiene un resultado interno permitido por las mismas dinámicas empresariales. Este resultado dice que para un crecimiento exponencial en la formación de nuevos negocios, se requiere una cantidad de trámites iguales a 9, según línea roja (ver Figura 23).

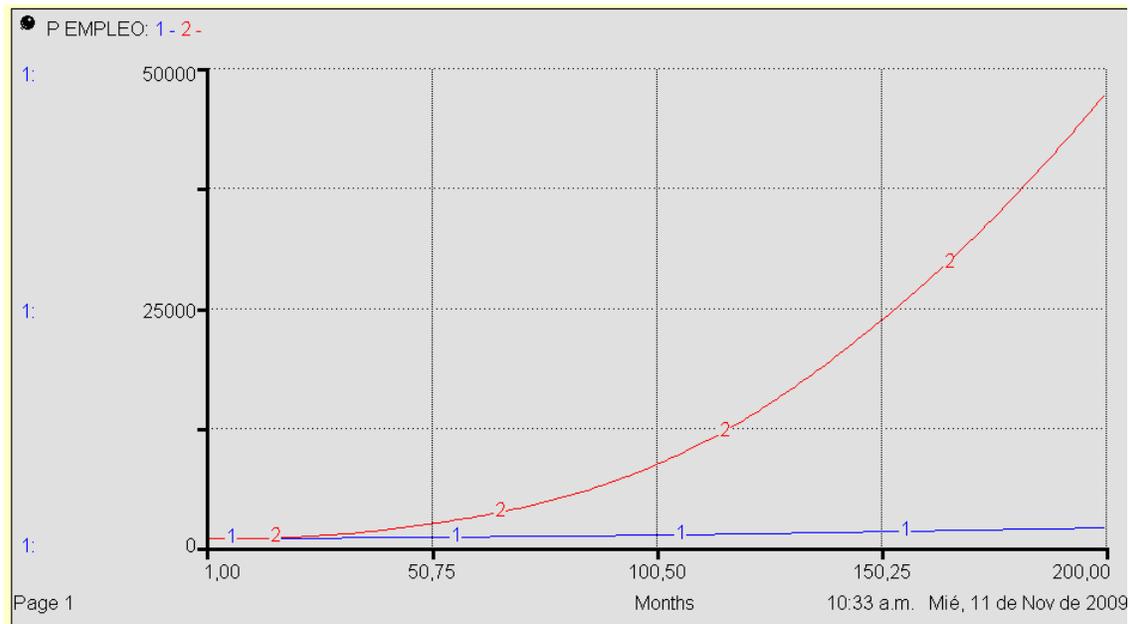
**Figura 23. Cantidad de trámites en el sistema**



Fuente: Cálculos del autor.

Una vez obtenidos los resultados de las dinámicas en la creación de empresas, ahora lo más importante es observar cómo impactan en las variables de empleo, competitividad, ventas externas e innovación. En relación con el empleo, lo observado en los resultados apoya lo mencionado en la literatura, pues su vínculo es trivial, y aparece como principal argumento para tomar medidas respecto al empresarismo nacional. La siguiente Figura 24 muestra las simulaciones obtenidas con y sin políticas, tanto de innovación como de fomento empresarial.

**Figura 24. Diferencias en el empleo con y sin políticas**

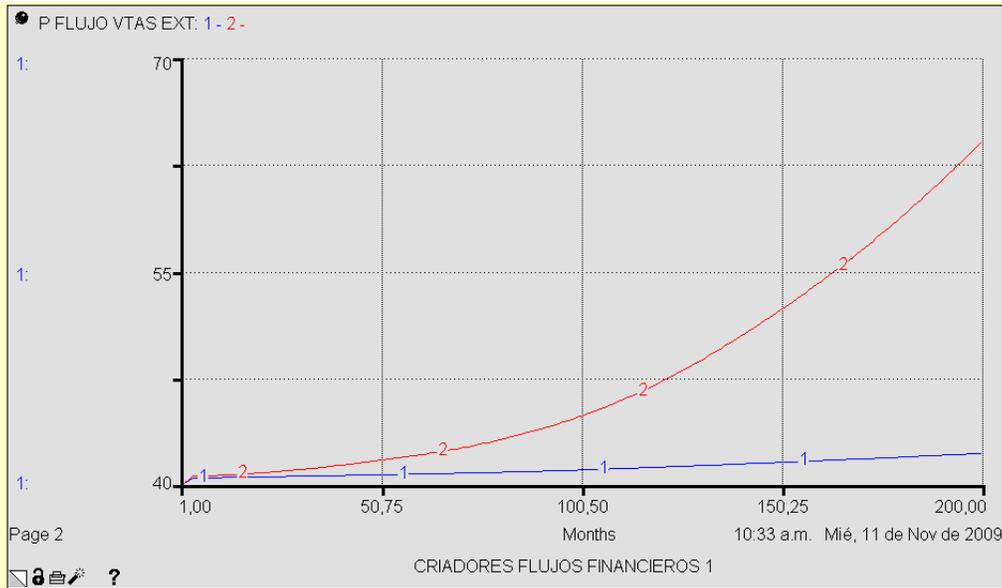


Fuente: Cálculos propios.

Claramente se nota una mejora en los niveles de empleo cuando se deciden implementar políticas que vayan en pro del fomento empresarial. De acuerdo con el supuesto inicial, cada empresa creada contribuye por lo menos en la generación de diez nuevos puestos de trabajo calificado y que garantizan los cumplimientos contractuales adquiridos, pues las instituciones para ese período muestran un comportamiento consistente. Entonces, en relación con lo observado en la línea 1, se cuenta con un nivel de 1916 empleos; en cambio, para la línea roja se tiene una generación de 46610 nuevos empleos. Algo que a escalas mayores, podría aportar no sólo a la discusión de creación de empresas, sino también a la formulación de políticas enfocadas al mercado laboral.

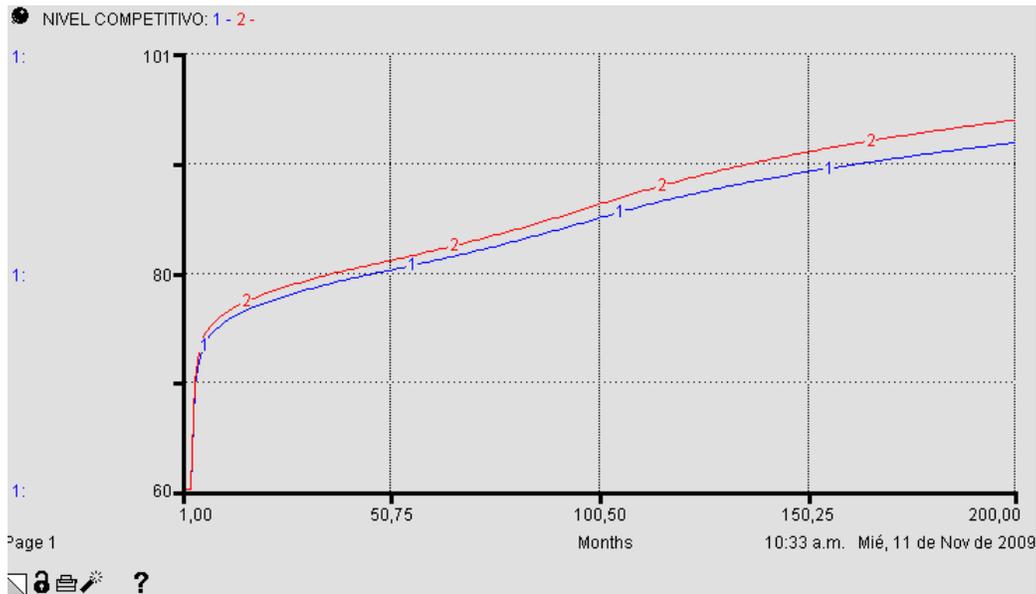
Por el lado de la competitividad y las exportaciones, no se tienen aumentos tan importantes como en la creación de empleos, pero su diferencia indica que es posible absorber mayor proporción del mercado internacional a medida que las empresas nacionales se dediquen a la producción de nuevos productos con mayor valor agregado, los cuales muestren diferenciaciones respecto a los competidores externos (ver Figura 25 y Figura 26).

**Figura 25. Impacto de las nuevas empresas en las exportaciones**



Fuente: Cálculos del autor.

**Figura 26. Efectos de las nuevas empresas en el nivel de competitividad**



Fuente: Cálculos del autor.

Tal como aboga Porter (2005), la competitividad es un fenómeno que requiere del esfuerzo del sector privado y su articulación con el gobierno, pues este es un proceso que converge a la formación de nuevas industrias, a la búsqueda incansable de nuevos productos y mercados más grandes. Pues bien, la creación de empresas se presenta como un motor que impulsa esta idea en el largo plazo, mostrando resultados satisfactorios al pasar de 42 millones de dólares sin políticas a 64 millones de dólares con políticas; y para la competitividad se tienen niveles de 92% de competitividad contra 94%, respectivamente. Recuérdese que el modelo responde a circularidades que se refuerzan a través del tiempo, por lo que las políticas de largo plazo, pueden tener impactos más grandes en tiempos más cortos.

Por último, los resultados arrojados por este modelo, dejan la puerta abierta para continuar con el trabajo y la formulación de políticas empresariales. En este orden de ideas, la creación de empresas informales se ha convertido en tema de interés por parte de los expertos, pues tal como se mostró en evidencia empírica, las empresas por necesidad han tenido notorios crecimientos. Al respecto, el modelo muestra que así se apliquen políticas que traten de hacer una economía más formal, las decisiones de las personas a crear empresas, no responden a estas iniciativas (ver Figura 27).

**Figura 27. Creación de empresas informales en los dos escenarios**



Fuente: Cálculos del autor.

Según la línea roja de la figura, aún con políticas innovativas y empresariales, la formación de empresas informales no para de crecer. Quizás se vea un ligero descenso en los meses 91 a 121, pero su respuesta no se muestra inversa a la formalización de nuevas empresas de valor agregado. Una explicación de ello, es documentada por Cárdenas y Mejía (2007), en la que concluyen que existe un vínculo entre las empresas informales y el empleo informal, lo cual lleva a decir que existen otras fuerzas que no se han tenido en cuenta a la hora de modelar la creación de empresas. Por ejemplo, la composición laboral y su relación con la cultura emprendedora parece ser un bucle que se refuerza en el tiempo, poco explorado en la literatura hasta ahora observada.

Sin embargo, este trabajo se presenta como el inicio de un ejercicio que trata de responder las complejas preguntas que se presentan en materia de desarrollo económico. Con esto pues, se entra en la discusión del empresarismo como uno de los motores que impulsa el desarrollo, soportado en modelos de simulación dinámica útiles para la elaboración de políticas en materia de intervención social y económica.

## **V. Conclusiones**

La creación de empresas ha sido fuertemente defendida por los teóricos y los hacedores de política pública. Desde comienzos del SIGLO XX aparecen en escena como actores principales el empresario y la empresa, los cuales, fueron discutidos en trabajos de Schumpeter y posteriormente los Neoschumpeterianos evolucionistas, como Dopfer, Metcalfe, entre otros. Pues al parecer, las dinámicas desatadas en el desarrollo económico son causadas por las decisiones de los individuos que deciden crear empresa, incluir personal en ellas e innovar constantemente.

Muestra de ello, es lo reportado por *GEM* y *Doing Business*, quienes ilustran y argumentan que una de las principales estrategias aplicadas en países como Singapur, Irlanda y Corea (como de crecimiento acelerado), y España como país desarrollado con crecimiento estable, consistió en la promoción y fortalecimiento empresarial, el incentivo a la innovación y el desarrollo tecnológico, y el uso eficiente de las reglas, normas y trámites que garantizaran una actividad empresarial sana y libre de entorpecimientos y paternalismos sobreprotectores.

Estos ejemplos vivientes son útiles para inferir estrategias que podrían servir para impulsar con más ahínco las campañas de cultura emprendedora en Colombia, país que ha tenido una actividad empresarial temprana pero enfocada en la informalidad. Sin embargo, para efectos de este trabajo, se quiso analizar el comportamiento de nuevas empresas con valor agregado y sus impactos en variables como empleo, competitividad, exportaciones e innovación.

Para observar estos resultados, se amplió el modelo experimental desarrollado por Gómez en 2009, el cual se basa en la técnica de Dinámica de Sistemas. Esta herramienta es útil para el aprendizaje, evaluación y formulación de estrategias y políticas de intervención, contando con la ventaja de requerir pocos datos para iniciar sus simulaciones. Series muy reducidas en las estadísticas nacionales.

Con estos modelos, no futuristas ni predictivos, ni mucho menos con sentido apocalíptico, se ven los posibles comportamientos futuros que se podrían tener, dado el sistema definido previamente. En este sentido, la creación de empresas como uno de los motores en este modelo, genera impactos significativos en el empleo nacional, ya que crea como mínimo 10 plazas por cada empresa iniciada.

Al mismo tiempo, provoca una mayor diversificación en la canasta exportadora del país que causa mejoras en los volúmenes de exportación y los niveles de competitividad. En esta última variable se asume que las nuevas empresas provocan no sólo nuevos productos, ni nuevos procesos, sino que además, generan nuevas estrategias para absorber más nichos de mercado interno y propiciar nuevas negociaciones con el sector externo.

Para lograr esto, se requiere incentivar de manera circular a la reinversión en innovación y su vigencia en el tiempo, lo cual es indispensable para la sobrevivencia de la nueva empresa y a su vez para apoyar y generar nuevas ideas empresariales, que pueden servir para formar nuevos encadenamiento productivos. Tema que se deja abierto para siguientes investigaciones.

Por otra parte, según lo visto en los datos del modelo aquí planteado, la generación de empresas informales no decrece a medida que se aplican las políticas que impulsan las empresas formales. Por tanto, queda el interrogante ¿cómo disminuir los niveles de informalidad empresarial? Según lo visto en Cárdenas y Mejía (2007), la trampa entre informalidad empresarial e informalidad laboral, responde a problemas más complejos y requieren de un estudio más exhaustivo, por lo que este trabajo también podría servir como punto de partida para avanzar en ese terreno.

A su vez, objetivos de trabajos posteriores consisten en analizar el impacto en otras variables como calidad de vida, diferencias de género, y estructuras específicas en los sectores productivos y formación de *clusters*, por solo mencionarse algunos. No obstante, lo logrado hasta acá evidencia el vínculo entre creación de empresas y desarrollo económico, ilustrando que el cambio social depende de cada iniciativa personal y de una adecuada participación del gobierno como ente regulador. Con estos pequeños, pero complejos detalles, se logran sociedades educadas y enfocadas al desarrollo.

## **Bibliografía**

Andrade, Hugo. *et al.* (2001). *Pensamiento Sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad*. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

Aparicio, Sebastián. (2008). *La creación de empresas y su impacto en el desarrollo económico: una discusión olvidada*. VI Foro de Economía, Finanzas y Comercio internacional. Universidad del Rosario, Bogotá.

Bardhan, Pranab. (1994) *Teoría del desarrollo: tendencias y desafíos*. En: *Pensamiento Iberoamericano*.

Cárdenas, Mauricio. (2005). *Crecimiento económico*. [Artículo en Internet]. Disponible en: [www.fedesarrollo.org/contenido/articulo.asp?chapter=108&article=386](http://www.fedesarrollo.org/contenido/articulo.asp?chapter=108&article=386) - 76k

\_\_\_\_\_. (2007). *Introducción a la Economía colombiana*. Editores Alfaomega, Bogotá.

\_\_\_\_\_ y Mejía, Carolina. (2007). *Informalidad en Colombia: Nueva evidencia*. Documento de trabajo N° 35, Fedesarrollo, Bogotá.

Cardona, Marleny y Cano, Carlos. (2005). *Territorio, Ciclo de Vida y Estructura Empresarial*. Editorial Universidad EAFIT, Medellín.

Cardona, Marleny. *et al.* (2008). *Las dimensiones del emprendimiento empresarial: la experiencia de los programas Cultura E y Fondo Emprender de Medellín*. Documento de Investigación N° 69. Universidad EAFIT, Medellín.

Centro de Estudios en Economía Sistémica (ECSIM) (2007). Micromundo para la planeación de políticas de intervención social para aumentar el desarrollo humano y la esperanza de vida en los barrios de la ciudad de Medellín. Alcaldía de Medellín.

Cuervo, Mauricio y González, Josefina. (1997). Industria y Ciudades en la era de la mundialización: Un enfoque socioespacial. Tercer Mundo Editores, Bogotá.

Dejardin, Marcus. (2000). Entrepreneurship and Economic Growth: An Obvious Conjunction. CREW, Faculty of Economics and Social Sciences, University of Namur, N° 8, [sitio en internet] disponible en: *ideas.repec.org/p/wpa/wuwpdc/0110010.html*

Departamento Nacional de Planeación (2007). Política Nacional para la transformación productiva y la promoción de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas: un esfuerzo público-privado. Documento COMPES N° 3484, Bogotá.

\_\_\_\_\_ (2005). Visión Colombia 2019. Editorial Planeta, Bogotá.

Doing Business Report (2008). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Doing Business Colombian Report (2007). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Doing Business Ireland Report (2007). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Doing Business Korea Report (2007). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Doing Business Singapore Report (2007). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Doing Business Spain (2007). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <http://espanol.doingbusiness.org/CustomQuery/>

Dopfer, Kurt. (2005). "Evolutionary Economics: A Theoretical Framework". En: *The Evolutionary Foundations of Economics*, Ed: Kurt Dopfer, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Foster, John. (2005). "The self-organizational perspective on Economic Evolution: A Unifying Paradigm". En: *The Evolutionary Foundations of Economics*, Ed: Kurt Dopfer, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

GEM National Report (2007). Global Entrepreneurship Monitor. [Sitio de internet] disponible en: [http://www.gemconsortium.org/national\\_reports.aspx](http://www.gemconsortium.org/national_reports.aspx)

Gómez, Diego. (2005). *Repensando el Desarrollo: Una aproximación sistémica*. Cámara de Comercio de Medellín.

\_\_\_\_\_. (2009). *Las Dinámicas de Innovación y los efectos en las Transformaciones Sociales y Económicas*. Tesis de Doctorado (Ingeniería de Sistemas). Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Hausmann, Ricardo y Rodrik, Dani. (2002). "Economic Development as Self-Discovery". Kennedy School of Government, Working Papers 02-023. [Artículo de Internet] disponible en: [http://www.hks.harvard.edu/research/working\\_papers/index.htm](http://www.hks.harvard.edu/research/working_papers/index.htm)

Hausmann, Ricardo y Klinger, Baley. (2006). Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. Kennedy School of Government, Working Papers 06-041. [Artículo de Internet] disponible en: [http://www.hks.harvard.edu/research/working\\_papers/index.htm](http://www.hks.harvard.edu/research/working_papers/index.htm)

Helpman, Ehanan. (2004). The Mystery of Economic Growth. MIT Press. Cambridge, MA. USA.

Hernández, Iván. (2008). Empresa, Innovación y Desarrollo. Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Hirshman, Albert. (1984). De la economía y la política y más allá. Fondo de Cultura Económico, México D. F.

Krueger, Anne. (1996) La economía política de la reforma en los países en desarrollo. Alianza Editorial. Madrid.

Krugman, Paul. (1997). Desarrollo, geografía y teoría económica. Editorial Antoni Bosch, Barcelona.

Metkalf, Jhon Stan. (2005). "Evolutionary Concepts in Relation to Evolutionary Economics". En: The Evolutionary Foundations of Economics, Ed: Kurt Dopfer, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Misión para el diseño de una Estrategia para la Reducción de la Pobreza y la Desigualdad (MERPD) (2006). Pobreza y desigualdad en Colombia: Diagnóstico y estrategias. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá.

Nelson, Richard. (2005). "Perspectives on Technological Evolution". En: *The Evolutionary Foundations of Economics*, Ed: Kurt Dopfer, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Nelson, Richard y Winter, Sidney. (1982). *An evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, USA.

North, Douglass. (2005). *Understanding the process of economic change*. Princeton University Press, Princeton.

O'Connor, Joseph y McDermott, Ian. (1998). *Introducción al pensamiento sistémico*. Ediciones Urano, Barcelona.

Porter Michael. (2005). *In Search of a Competitive Identity: Towards A Competitiveness Agenda for Colombia*.

Ricardo, David. (1817). *Principio de Economía Política y Tributación*. Fondo de Cultura Económica, México, 1973.

Santos Redondo, Manuel. (1997). *Los economistas y la empresa: Empresa y empresario en la historia del pensamiento económico*. Alianza Editorial, Madrid.

Schumpeter, Joseph. (1939). *Business Cycles*. McGraw Hill, New York.

Sen, Amartya. (1988). *The concept of development*. En: Chenery, H. y Srinivasan, T.N. (Ed). *Handbook of development economics*, Vol. I Amsterdam. North Holland.

Silverberg, Gerald y Verspagen, Bart. (2005). "Evolutionary Theorizing on Economic Growth". En: *The Evolutionary Foundations of Economics*, Ed: Kurt Dopfer, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Smith, Adam. (1775). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. Ediciones Orbis S. A. Barcelona, España, 1983.

Solow, Robert. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1, February.

Stallings, Barbara. (2001). *Globalization and Liberalization: The impact on developing countries*. En: *Serie Macroeconomía del Desarrollo N° 4*, CEPAL, Santiago de Chile.

Sterman, John. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill, Boston: Irwin.

Superintendencia Financiera de Colombia (2009). *Cifras económicas y financieras*. [Sitio de internet], disponible en: <http://www.superfinanciera.gov.co/>

Syrquin, Moshe. (1988). *Patterns of structural change*. En Hollis Chenery y T. N. Srinivasan (Ed) *Handbook of development economics*. Vol. 1 Amsterdam. North Holland.

Velilla, Jaime. (2009). *Empresarismo social*. Documento mimeo.

Vicepresidencia de la República (2009). *¿Cómo te imaginas a Colombia en el 2025?* Video institucional. [Sitio de internet] disponible en: [www.vicepresidencia.gov.co](http://www.vicepresidencia.gov.co)

Williamson, Olliver. (1985). The Economic Institutions of Capitalism. A Division of Macmillan, inc. New York.

World Development Indicators –WDI– (2008). Banco Mundial. [Sitio de internet] disponible en: <https://publications.worldbank.org>

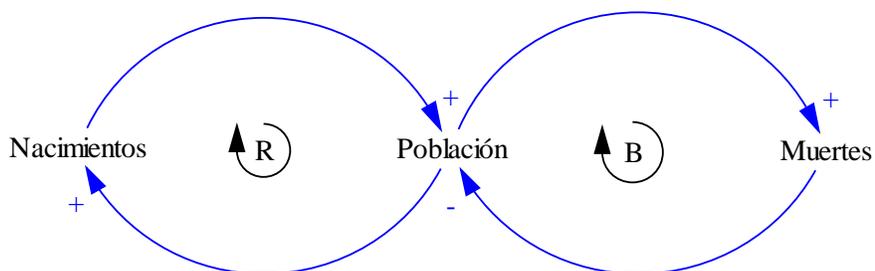


## Anexo A. Dinámica de Sistemas: Conceptos básicos

Andrade *et al.* (2001) comentan en su libro *Pensamiento Sistémico* que la diversidad (entendido como un conjunto de cosas relacionadas entre sí) se presenta como una de las mayores problemáticas en el SIGLO XXI, por lo que en su obra recomiendan definir y establecer de manera clara el problema a estudiar, para entender qué parte del sistema (o subsistema) es el que definirá el comportamiento de las variables en cuestión. Este último término (sistema), se entiende como un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, donde el todo es mayor que la suma de sus partes, y además, cuyo comportamiento depende de cómo se conectan esas partes. Es importante aclarar que los sistemas como tales tienen propiedades diferentes a las que poseen cada una de sus partes (O'Connor y Mcdermott, 1998).

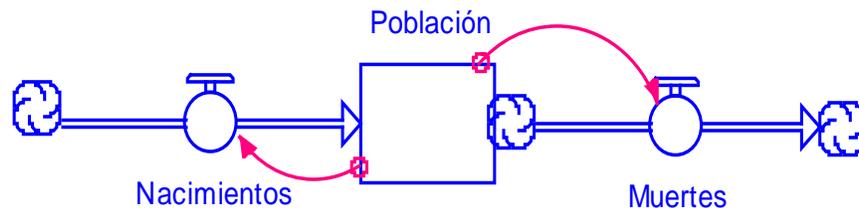
Dado esto, *System Dynamics* posee dos métodos complementarios para su proceder: los diagramas causales y los diagramas de Forrester (o diagramas de flujos y niveles). Los primeros, sirven para definir un sistema y retroalimentarlo en una etapa inicial. Además, ponen de manera explícita los ciclos de refuerzo y de balance, que son necesarios para entender las dinámicas del tema a estudiar y sus impactos o causas (Sterman, 2000). Un ejemplo simple de ello, es la representación de la población (Véase Figura 28). De una parte, están los nacimientos que generan incrementos en la población, y por otra, están las muertes, que reducen la población existente. Ambos constituyen los ciclos de refuerzo (R) y balance (B) respectivamente.

**Figura 28. Diagrama causal de las dinámicas de población**



Por su parte, los diagramas de Forrester sirven para convertir las ideas plasmadas en los causales en ecuaciones matemáticas y resultados numéricos, soportados sobre niveles, flujos y variables auxiliares. En primer lugar, los niveles son los que acumulan el dato de una variable específica en el momento  $t$ . En segundo lugar, los flujos permiten alimentar los niveles en cada instante del tiempo, ya que introducen ecuaciones que hacen más dinámicos los datos obtenidos en los *stocks*. La Figura 29 muestra el ejemplo anterior de la población ya convertido en diagrama de flujos y niveles. Por el lado izquierdo están los nacimientos, expresados en una variable tipo flujo, y del lado derecho están las muertes, ligadas a un flujo que vacía el *stock* de población.

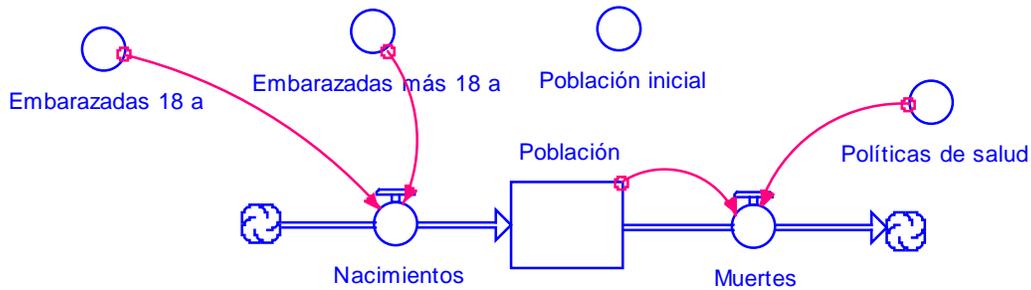
**Figura 29. Diagrama de Flujos y Niveles en las dinámicas de población**



Y por último, están las variables auxiliares, que como su nombre lo indica, permiten hacer cálculos que apoyan el procedimiento matemático de los flujos. A su vez, estas tienen la ventaja de convertirse en variables iniciales, a partir de las cuales los flujos y los niveles comienzan la simulación, y también tienen la capacidad de ser variables palanca (como es conocido en la literatura) o variables de intervención, que sirven para probar el modelo, intervenirlo y aprender de él. En últimas, estas variables se convierten en las políticas o estrategias que se quieren evaluar o proponer, según el problema planteado.

En el ejemplo de población, *políticas de salud* se convierte en una variable de intervención para reducir las tasas de mortalidad; *población inicial* es el dato semilla del cual comienza a acumular el *stock*; y la suma *embarazadas hasta 18 años* y *embarazadas mayores de 18 años*, constituyen los nacimientos de un periodo dado (Ver Figura 30).

**Figura 30. Variables auxiliares en las dinámicas de población**



Otra de las características importantes que posee la Dinámica de Sistemas es la de la retroalimentación constante entre las variables. La combinación de dichas retroalimentaciones permite obtener resultados armónicos y coherentes, con lo que se tiene plasmado en la mente del investigador y la formulación matemática de cada variable. Para lograr esto, las retroalimentaciones deben ser equilibradas en el sistema, teniendo tanto refuerzos como balances. Los primeros hacen referencia a crecimientos exponenciales, mientras que los segundos contrarrestan el crecimiento acelerado llevando al resultado a una meta (Sterman, 2000).

Una última característica<sup>14</sup> que posee esta metodología es la concerniente a los retardos. Dado que los sistemas se basan en la hipótesis de causa y efecto entre las variables, es posible que los efectos sobre una variable no se generen de manera inmediata, sino que toman un tiempo para darse el impacto; elemento importante para conocer el tiempo que demora una política o estrategia en producir resultados.

En síntesis, estos modelos facilitan el estudio del comportamiento en los sistemas a través de simulaciones. Todo ello requiere de ecuaciones diferenciales que incluyen componentes no lineales, y diagramas causales que muestran las relaciones causa-efecto entre las variables, y representan los mapas mentales de manera matemática. De esta forma, es posible obtener cuantificaciones de algunas variables, que inicialmente, tienen forma cualitativa, y además, permiten evaluar políticas en el corto, mediano y largo plazo.

<sup>14</sup> La Dinámica de Sistemas posee un gran conjunto de características útiles para hacer simulaciones, sin embargo, para efectos de lo que acá se presenta, sólo se exponen cinco características.