

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas



Facultad de
**Ciencias Sociales
y Humanísticas**



**“MODELACIÓN DINÁMICA DEL CRECIMIENTO MACRO-
ECONÓMICO DEL ECUADOR DISEÑANDO UN MODELO
ECONÓMICO DEL AÑO 2015-2020”**

MATERIA INTEGRADORA

**Previa la obtención del Título de:
INGENIERÍA EN NEGOCIOS INTERNACIONALES**

**Presentado por:
KARLA KATHERINE LLANOS CORNEJO
RUBÉN ABRAHAM LOZADA CONSTANTE**

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por haber estado conmigo durante todo este viaje, que representó la ESPOL para mí.

En segundo lugar a mi madre Anita y a mi hermana Adriana que siempre me animaron cuando afronte situaciones adversas.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo conjunto realizado por mi compañera Karla, amigos y profesores que directa o indirectamente colaboraron para realización del mismo.

Agradezco también a nuestro tutor, el PhD Víctor Hugo González, ya que sin su colaboración esto no sería posible.

Rubén Abraham Lozada Constante

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme vivir el cumplimiento de esta meta la cual es muy importante en mi vida y que es el inicio de un largo camino que aún me queda por recorrer.

A mis padres, por apoyarme siempre y por motivarme cada día y decirme que la única forma de superarse es estudiando.

A Juan, por compartir conmigo este proceso tan importante, agradezco tanto su apoyo incondicional.

A mi compañero de tesis, Rubén Lozada, por ser un excelente compañero y apoyo en este trabajo.

Gracias a cada uno de mis profesores que estuvieron presentes a lo largo de mi vida universitaria, gracias por su gran sabiduría y conocimiento porque lo que se aprende nunca se olvida.

Karla Katherine Llanos Cornejo

DEDICATORIA

A Dios,

Que con su infinita sabiduría siempre supo que y a quien poner en mi camino
llenándome de fuerza y confianza para seguir adelante.

A mi madre y hermana.

Por haberme apoyado y motivado durante todos estos años, por sus consejos y
por todas esas veces que me quise rendir y no me dejaron.

A mis maestros.

Que a través de todos estos años de vida universitaria, no solo inculcaron en mi
conocimiento académico, también lecciones de vida.

Rubén Abraham Lozada Constante

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, porque cada día me da una esperanza para seguir adelante positivamente.

A mis padres, porque se sentirán orgullosos que su única hija ya sea una profesional.

A mis amigos, porque la vida en la universidad no hubiera sido tan divertida sin ellos, gracias por compartirme su alegría, su amor y su apoyo incondicional.

Karla Katherine Llanos Cornejo

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Víctor Hugo González Jaramillo, PH. D.

Director de tesis

MSc. María Cecilia Moreno Abramowicz

Vocal

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, corresponde exclusivamente al autor, y al patrimonio intelectual de la misma Escuela Superior Politécnica Del Litoral”

Karla Katherine Llanos Cornejo

Rubén Abraham Lozada Constante

CONTENIDO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| AGRADECIMIENTO | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| DEDICATORIA | v |
| TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | vi |
| DECLARACIÓN EXPRESA | vii |
| RESUMEN | x |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | xi |
| ÍNDICE DE CUADROS | xii |
| ABREVIATURAS..... | xiii |
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| 1.Introducción | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 2 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.3 Justificación | 4 |
| 1.4 Objetivo general..... | 4 |
| 1.5 Objetivos específicos | 4 |
| 1.6 Alcance del estudio | 5 |
| CAPÍTULO 2..... | 6 |
| 2. Revisión de literatura | 6 |
| 2.1 Congreso latinoamericano de dinamica de sistemas (clads)..... | 6 |
| 2.1.1 Mejorando el proceso de aprendizaje de los principios de la macro-economía usando el modelo clásico como herramienta pedagógica..... | 6 |
| 2.1.2 Procesos de retroalimentación en el desarrollo económico: relación entre horas trabajadas y productividad laboral | 7 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.3 Simulaciones de crecimiento económico colombiano con dinámica de sistemas ... | 7 |
| 2.1.4 Sistemas dinámicos y su rol en el desarrollo histórico de la teoría económica | 8 |
| 2.2 Acerca de la dinámica de sistemas | 8 |
| 2.2.1 Pensamiento sistémico | 9 |
| 2.2.3 Software de modelado y simulación | 11 |
| 2.2 Evolución que ha tenido la ciencia económica para medir el crecimiento económico | 12 |
| 2.2.1 Mercantilismo | 13 |
| 2.2.2 La tabla económica de Quesnay | 13 |
| 2.2.3 Teoría del crecimiento económico de Adam Smith..... | 14 |
| 2.2.4 John Keynes y la teoría Keynesiana | 15 |
| 2.2.5 Modelo de flujo circular | 16 |
| 2.2.6 Solow y el modelo de crecimiento endógeno | 17 |
| CAPÍTULO 3..... | 19 |
| 3. Metodología | 19 |
| 3.1 Descripción general del modelo | 19 |
| 3.1.1 Variables que afectan al modelo | 20 |
| 3.2 diagrama forrester integrado | 25 |
| 3.2 Diseño de la investigación | 28 |
| CAPÍTULO 4..... | 29 |
| 4. Análisis y resultados | 29 |
| CAPÍTULO 5..... | 33 |
| 5.Conclusiones..... | 33 |
| REFERENCIAS..... | 34 |
| ANEXOS | 36 |

RESUMEN

Hoy en día se ha vuelto tema de intenso debate en el Ecuador, el papel que cumple el estado. Ya sea que el estado cumpla solo como ente regulador, fomentador o como motor principal de una economía, la participación de este y las políticas que pudiera generar para influir en los mercados tanto locales como extranjeros es de gran relevancia. Para los hacedores de política, se haría relativamente fácil generar políticas que mitiguen en cierto grado los efectos negativos de los ciclos económicos, de las crisis políticas internacionales o de una guerra que estalle en medio oriente. Pero la economía de un país y del mundo es un sistema compuesto por muchos factores, y resulta muy complejo estimar como se comportarían dichos factores de afectar a uno en particular. Además, resultaría en un error el solo contemplar cómo afectaría cierta medida tomada por un estado, a un solo ente económico. Es en este sentido que la Dinámica de Sistemas y el Pensamiento Sistémico resultan de gran utilidad para la modelación, imagine modelar la economía de un país para poder así predecir, en cierto grado, como se comportara dicha economía y lograr visualizar cuál sería el resultado y la interacción de los entes que la conforman. Observar y comprender a los principales actores de una economía y cómo influyen en el desarrollo económico de un estado. Todo esto con el fin de ayudar en la toma de decisiones y la generación de políticas acertadas.

Palabras clave: ciclo económico, dinámica de sistemas, pensamiento sistémico, desarrollo económico.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1: Fases de construcción de un modelo..... | 11 |
| Figura 2.2: Tabla económica de Quesnay en un diagrama circular..... | 14 |
| Figura 2.3: Teoría del crecimiento económico de Smith..... | 15 |
| Figura 2.4: Adaptación al modelo de flujo circular en una economía abierta. | 16 |
| Figura 2.5: Modelo de crecimiento de Solow..... | 18 |
| Figura 3.6 Diagrama Forrester integrado con los agentes de la economía..... | 27 |
| Figura 3.7. Alcances que puede tener un estudio cuantitativo. | 28 |
| Figura 4.8 Gráfico integrado de los agentes de la economía..... | 29 |
| Figura 4.9 Gráfico del gobierno | 31 |
| Figura 4.10 Gráfico de consumidores..... | 32 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 3.1 Variables de stock del modelo con sus ecuaciones..... | 20 |
| Cuadro 3.2 Variables de flujo del modelo con sus ecuaciones | 21 |
| Cuadro 3.3 Variables auxiliares del modelo con sus ecuaciones | 23 |

ABREVIATURAS

| | |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| SIMPLE | Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations |
| DYNAMO | Dynamic Model |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| CLADS | Congreso Latinoamericano de Dinámica de Sistemas |
| IED | Inversión Extranjera Directa |
| SPNF | Sector Público no Financiero |
| IVA | Impuesto Valor Agregado |
| ICE | Impuestos a los Consumos Especiales |
| INEC | Instituto Nacional de Estadísticas y Censo |

CAPÍTULO 1

1. Introducción

El planteamiento de este proyecto se centra específicamente en formular diferentes estrategias que puedan medir el comportamiento de los agentes de la economía como Gobierno, Empresas y Hogares, y las variables asociadas como, el consumo e inversión debido que, son las principales variables para observar el comportamiento económico de un país, en este caso Ecuador. Para desarrollar este análisis se utilizara la Dinámica de Sistemas ya que, hoy en día es una herramienta muy importante porque permite modelar un ciclo económico y analizar el comportamiento de los agentes en forma dinámica para mejores tomas de decisiones y formular estrategias futuras.

Este capítulo está organizado en cinco partes, como primer punto se presenta los antecedentes, en los que se expone la importancia de la investigación.

Como segundo punto se presenta la problemática de este proyecto, la cual se enfoca dar a conocer que el crecimiento de un país se debe pensar y estudiar de forma conjunta la cual la Dinámica de Sistema nos ayuda a modelar un ciclo económico para analizar el crecimiento económico del país.

En el tercer punto, se menciona la justificación donde se fundamenta en el éxito de los modelos de sistemas dinámicos para formular estrategias y para la toma de mejores decisiones.

Luego se presenta el objetivo general cuya finalidad es analizar los diferentes escenarios y estrategias del modelo macro-económico implementado para Ecuador utilizando la dinámica de sistemas.

Finalmente se describe el alcance del proyecto, el mismo que está comprendido por cada uno de los objetivos específicos planteados.

1.1 Antecedentes

Desde la antigüedad se ha desarrollado estrategias o modelos macroeconómicos para incrementar la riqueza de una nación. El crecimiento económico es una temática nueva dentro de la historia del pensamiento económico, este surge con la revolución industrial de mediados del siglo XIX en Inglaterra. El desarrollo de la técnica, la acumulación de capital para invertir y el espíritu empresarial fueron los estímulos para la revolución, que no solo generó cambios económicos sino que también impulsó profundas transformaciones sociales. (Jones, 2000) Los primeros aportes a la conformación de la teoría del crecimiento económico aparecen con William Petty y Francois Quesnay en los esfuerzos por establecer los determinantes de la riqueza. Años más tarde aparece Adam Smith que profundiza el esfuerzo por conocer dichos determinantes construyendo análisis sobre la base del mundo real. (Jones, 2000) Y así con varios exponentes de la economía, que detallaremos más adelante, que a lo largo de la historia aportaron con teorías que fueron de tan relevancia para analizar la productividad y el crecimiento económico de un país.

Por otro lado, la dinámica de sistema arranca con el profesor Jay Forrester a mediados de los años 1950, quien impartía su cátedra en la escuela de negocios del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT Sloan School of Management), a partir de un problema que le propuso General Electric ya que no terminaban de comprender la dinámica económica de la empresa y decidieron plantarle el problema de modelar ese comportamiento al profesor J. Forrester, lo cual lo abordó con éxito. (Taylor, 2008)

Posteriormente, Richard Bennett desarrolló lo que fue el primer lenguaje de modelado dinámico se llamó Simulation of Industrial Management Problems with Lots of Equations (SIMPLE). Ese lenguaje se modificó dando lugar al lenguaje Dynamic Model (DYNAMO), la cual es utilizado hasta hoy en día. (Taylor, 2008)

Las explicaciones históricas más relevantes empezaron naturalmente con el profesor J. Forrester y la primera, a consecuencia del trabajo que le hizo a General Electric, fue la Industrial Dynamic en 1961. Este trabajo trató de explicar cómo se puede modelar la dinámica industrial. (Taylor, 2008)

Posteriormente y como consecuencia de que el exalcalde de Boston, John Collins que fue también nombrado profesor en el MIT e hizo su colaboración y dio lugar a otra línea de la aplicación dinámica de sistema que fue justamente la dinámica

urbana, que es el crecimiento o el desarrollo de las grandes urbes de los países desarrollados y dio lugar al libro *Urban Dynamics*. (Taylor, 2008)

Sin embargo, probablemente el libro más famoso se publicó más tarde y fue por consecuencia de un informe publicado por el Club de Roma¹ al profesor J. Forrester que fue sobre el Modelado del Mundo y que luego dio lugar a la publicación “*The Limits to Growth*” en 1972, que por consiguiente se trató de abordar el modelado del mundo con miles de variables tratando de entender cómo se puede alcanzar un desarrollo sostenible de planeta. (Taylor, 2008)

Hoy en día, la dinámica de sistema es una técnica muy utilizada para la toma de decisiones en empresas y, a nivel mundial se realizan congresos para plantear modelos dinámicos que ayudan a analizar el comportamiento de las empresas y a formular mejores estrategias a los hacedores de políticas para un mejor crecimiento económico de un país.

1.2 Planteamiento del problema

El comportamiento de la economía nacional es una de las principales preocupaciones del gobierno, debido a que un buen comportamiento de indicadores como el PIB, inversión, consumo y entre otras, miden el crecimiento económico de un país.

La economía en general analiza los problemas económicos de forma aislada y no tiene en cuenta las múltiples relaciones que se dan entre los diferentes factores que la componen. No obstante, el crecimiento económico, debe analizarse y a la vez estudiarse de forma abierta para comprender el funcionamiento del fenómeno a estudiar.

Las estrategias o políticas socioeconómicas buscan mejorar ya sea en el corto, mediano y largo plazo los estados actuales de crecimiento y desarrollo. Lo cual, la manera más práctica de medirlas o evaluarlas es observarlas a través del tiempo mediante técnicas de simulación. Además que no solo permitan ahorrar tiempo y recursos, sino que ocasionen un entendimiento continuo de la realidad que se está modelando

Por esta razón, la simulación dinámica, la simulación basada en agentes (Izquierdo, 2008), la simulación discreta se convierten en importantes herramientas para

¹ El Club de Roma es una Organización no Gubernamental (ONG), fue fundada en el año 1968 en Roma por un grupo de personas de científicos y políticos, las cuales su objetivo es mejorar el futuro del mundo a largo plazo de manera interdisciplinaria y holística. (Club de Roma, s.f.)

los creadores de políticas, ya que permite tomar decisiones a través de los efectos que se podrían dar en distintos escenarios futuros.

1.3 Justificación

Se necesita buscar diferentes alternativas para medir el desarrollo económico de un país que permita formular estrategias y tomar mejores decisiones en el futuro. Un sistema dinámico es un sistema cuyo estado evoluciona con el tiempo. A nivel empresarial la dinámica de sistema es una herramienta clave para construir modelos de simulación y diseñar estrategias para minimizar el riesgo de pérdidas. Como por ejemplo, en una empresa no pretende conocer porque las cotizaciones de una acción suben o bajan en función de sus nuevos productos o nuevos competidores, sino pronostica la evolución de la cotización para recomendar comprar, mantener o vender una determinada acción (Dinamica de sistemas, s.f.).

Así mismo, la dinámica de sistema está orientada a diferentes áreas como, económicas, sociales, ecológicas, tecnológicas que nos ayuda a comprender el comportamiento de sistemas complejos y posteriormente a tomar decisiones sobre los mismos.

Por lo mencionado, es importante utilizar la dinámica de sistemas para desarrollar un ciclo económico que ayude a simular el comportamiento de los principales agentes de la economía y las principales variables macro-económicas del Ecuador y analizar los diferentes escenarios y estrategias que ayuden a los hacedores de políticas a tomar mejores decisiones.

1.4 Objetivo general

Analizar el comportamiento macro-económico de los principales agentes de la economía: Gobierno, empresas y hogares y las variables asociadas a él, para observar la economía del país, los cuales son útiles para la planeación y formulación de estrategias de largo plazo construyendo un modelo macroeconómico usando la dinámica de sistemas.

1.5 Objetivos específicos

- Identificar las variables macroeconómicas que tengan alguna relación con el objetivo general.
- Identificar las relaciones de causa-efecto entre las variables seleccionadas.

- Asignar una representación funcional a las relaciones identificadas es decir, escribir dicha relación como ecuación.
- Simular el modelo macroeconómico utilizando el software STELLA.
- Analizar los diferentes escenarios y estrategias para los posibles futuros del país.

1.6 Alcance del estudio

Este proyecto abarca el diseño de un ciclo económico con modelado dinámico para analizar el crecimiento económico de Ecuador utilizando los principales agentes de la economía gobierno, empresas y hogares. Se inicia con la descripción de modelos macro-económicos, centrandó el estudio en el modelo de flujo circular. Luego se define el tipo de investigación a utilizar, la cual es de carácter cuantitativo y los alcances a emplearse que son descriptivos y explicativos.

Se procede a analizar la economía a través de indicadores macro-económicos con la finalidad de conocer como ha venido generándose el desarrollo económico del Ecuador. Continuando con el estudio se plantea el modelo de ciclo económico para el Ecuador.

Con la información previamente mencionada se evaluará de una manera sencilla el desarrollo del modelo que ayudará a analizar el crecimiento económico del Ecuador.

CAPÍTULO 2

2. Revisión de literatura

En este capítulo se busca el análisis de distintos modelos que giran en torno a la macro-economía y el crecimiento económico de un país. Se revisará varios artículos, proyectos y tesis anteriores que nos servirán como guía y referencia para el enfoque de nuestro trabajo citando sus principales características y su respectivo autor.

2.1 Congreso latinoamericano de dinamica de sistemas (clads)

El CLADS es un congreso anual que reúne a los practicantes Iberoamericanos de la Dinámica de Sistemas y el Pensamiento Sistémico. Este tiene como principal objetivo dar a conocer la utilidad del pensamiento sistémico al momento de abordar problemáticas complejas en diversos ámbitos y disciplinas. Para el presente proyecto se analizó algunos trabajos presentados en este congreso, los cuales aportan de manera significativa al mismo.

2.1.1 Mejorando el proceso de aprendizaje de los principios de la macro-economía usando el modelo clásico como herramienta pedagógica.

El presente trabajo es una compilación de los modelos económicos desarrollados por las escuelas de pensamiento Neoclásica, Keynesiana y Monetarista con el fin de crear modelos dinámicos a partir de las ecuaciones y fórmulas que definen a estas escuelas, para mejorar la enseñanza de la macroeconomía. Esto difiere con el objetivo del proyecto, pero cabe resaltar que es un útil ejemplo de cómo representar un modelo económico como modelo dinámico. (Andrade, Andrade, & Gómez, 2011)

Se construyen diagramas de bucles de retroalimentación para cada escuela y se las compara. A partir de esto se obtienen los números de variables de cada diagrama y las variables que comparten entre sí. También se realiza una comparación entre bucles de realimentación propios en cada diagrama. (Andrade, Andrade, & Gómez, 2011)

En este trabajo se destaca que las escuelas tradicionales enfatizan las condiciones de equilibrio; sin embargo, es el dinamismo el que debe interesar cuando se habla de la estabilidad de un sistema económico.

2.1.2 Procesos de retroalimentación en el desarrollo económico: relación entre horas trabajadas y productividad laboral

Este trabajo tiene como fin el análisis de la dinámica que se da entre las variables que determinan el crecimiento económico y desarrollo de los países. Toma como base la literatura económica, es decir, conceptos e ideas ya existentes y demostradas; construye un modelo dinámico que obedece a las influencias causales que existen entre las variables (inversión, ahorro, acumulación de riqueza, desarrollo tecnológico). Análisis que resulta útil para el proyecto, ya que proporcionara una visión causa y efecto de las variables macroeconómicas que se van a manejar. (Torres & Lechón, 2006)

Una vez realizado el modelo, el autor propone analizar una situación de gran interés y debate para la Unión Europea, relacionada a la eficacia del trabajo en largas horas.

2.1.3 Simulaciones de crecimiento económico colombiano con dinámica de sistemas

El trabajo mencionado tiene como objetivo principal el explicar los posibles comportamientos de la economía del país vecino, tomando como variables el Producto Interno Bruto (PIB), la inversión, el desempleo etc. ante las decisiones de políticos, presidentes o hacedores de políticas, mediante la dinámica de sistemas. Enfoque que coincide en parte con el objetivo del proyecto. (Gómez & Aparicio, 2010)

Se usó al PIB como variable principal del modelo, debido a la relevancia que este tiene como instrumento de medición del bienestar económico de un país. Se indica que gracias a las fluctuaciones que experimenta el PIB en el tiempo, que se puede determinar el inicio o fin de un ciclo económico. Escenario bastante complejo de simular, pero que de poder replicarlo en un modelo dinámico, este vendría a ser una herramienta muy útil en la planeación de políticas o programas a largo plazo. (Gómez & Aparicio, 2010)

Tras una breve revisión de la evolución en la medición del PIB, el autor reconoce la existencia de tres medidas importantes dentro del PIB: la demanda de bienes y servicios en una economía, la oferta y la renta. Una vez identificados los actores más importantes, se les construye un diagrama de relación a cada uno, para luego pasar a construir un modelo de dinámica de sistemas que involucre a los tres. (Gómez & Aparicio, 2010)

Para finalizar, se evaluaron cinco escenarios diferentes contemplando la variación de las siguientes variables: desempleo, consumo, inversión, exportaciones y el PIB. Se concluyó que el Gobierno tiene un papel de formulador de incentivos que generen transformaciones desde el accionar de la sociedad, mas no en el asistencialismo en la intervención social generando riesgo moral. (Gómez & Aparicio, 2010)

2.1.4 Sistemas dinámicos y su rol en el desarrollo histórico de la teoría económica

Teniendo como objetivo principal, la demostración de que la Dinámica de Sistemas es una herramienta que ayuda en comprender la historia del crecimiento económico; debido a lo flexible de su metodología ya que esta se centra en entender la dinámica de sistemas mas no en encontrar el equilibrio del mismo. (Bueno, 2009)

Resulta de gran utilidad la comprensión de los modelos económicos que se han venido desarrollando a lo largo de la historia, pero sobre todo, cambiar ese enfoque de igualdad o equilibrio que la mayoría de estos busca. Gracias a la Dinámica de Sistemas se podrá cambiar la percepción de dichos sistemas y con esto facilitar el desarrollo del proyecto. (Bueno, 2009)

Para empezar, se presentan antecedentes históricos de las teorías del crecimiento endógeno. Considerado uno de los planteamientos más recientes en lo que a proceso de crecimiento económico se refiere, gracias a esto se evita recurrir a una singularidad histórica para que se dé el proceso. (Bueno, 2009)

El autor concluye que la dinámica de sistemas funge como herramienta complementaria en el entendimiento del proceso de crecimiento económico de un país, algo muy útil para estudiantes, investigadores, principalmente en países en vías de desarrollo.

2.2 Acerca de la dinámica de sistemas

Descrita como una manera nueva y útil de abordar los problemas de la era moderna, la dinámica de sistemas ofrece un enfoque diferente para interpretar la realidad. Todos los días, en variadas ocasiones, nos vemos en la necesidad de tomar decisiones. Algunas fáciles de deducir y otras tan complejas y cambiantes que toma semanas o meses llegar a ellas. En todo caso, para todas estas situaciones en las que se decide que hacer y que no, se recurre a modelos mentales. No obstante dichos modelos mentales no siempre llevan a una solución correcta, debido a que la solución podría ser “contraintuitiva”. (Forrester, 1995)

Entonces, de darse una determinada situación en la que se tenga de decidir en base a números y parámetros limitados además de cuantificables; se recurre a los modelos formales que poseen una probabilidad de éxito. Pero qué tal si dicha situación es muy compleja y posee parámetros que no pueden ser cuantificados. En dicho caso se recurre a modelos menos formales, pero que permiten entender cuál es el problema por medio de una visión estructurada del sistema al cual este pertenece.

Los modelos creados a través de la dinámica de sistemas se aplican principalmente en ambientes complejos, de los cuales no se posee una idea clara de cómo están estructurados. Es aquí donde se toman decisiones basadas en el conocimiento, experiencias previas y la lógica. El problema radica en que ante sistemas muy complejos, la lógica y la intuición no es fiable, y es donde entra en juego la dinámica de sistemas.

El problema con el razonamiento convencional, es que se tiende a pensar de manera lineal y unidireccional (causa y efecto), dejando de lado las estructuras de retroalimentación que se dan con mucha frecuencia.

Como lo señala Juan Martín García, el enfoque de la dinámica de sistemas es totalmente diferente a otras técnicas de construcción de modelos. En el caso de este trabajo se requeriría de un modelo de sistemas socioeconómico, teniendo que recurrir a la econometría. Pero las técnicas econométricas tienen un enfoque conductista, determinan la correlación que existe entre los diferentes factores del modelo usando datos empíricos. De esta manera se logra determinar el comportamiento del sistema, sin conocer las interacciones que se dan entre los mecanismos internos del sistema. (García, 2003)

2.2.1 Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es una disciplina usada para ver el todo de una situación. Disciplina que a su vez provee de un marco que delimita las interrelaciones de las partes que conforman ese todo. Logrando así apreciar patrones de comportamiento de estas partes y no solo componentes estáticos. Es un conjunto de ideas tan amplias y diversas que abarca campos como las ciencias físicas, sociales y administrativas (Senge, 2005)

La esencia de un sistema es la conectividad de sus componentes, por lo que dividirlo en partes para estudiarlo destruye la conectividad del sistema, y por ende, al

propio sistema. Por lo cual, el pensamiento sistémico requiere analizar al sistema integralmente. Así lo ejemplifico Peter Senge en su libro “La Quinta Disciplina” al señalar que si se divide a un elefante, no se obtienen dos elefantes pequeños. Dividir al elefante en dos partes para así estudiar al sistema elefante, no es un enfoque acertado, simplemente porque los dos subsistemas obtenidos no funcionan por si solos (Senge, La Quinta Disciplina, 1995)

Para Hugo Andrade en su libro el “Pensamiento sistémico: Diversidad en búsqueda de unidad” el pensamiento sistémico es un pensamiento holístico, es decir, que un sistema junto a todos sus componentes debe ser analizado en conjunto y no mediante las partes que lo componen. El autor del libro lo describe también como un pensamiento que respeta la doble naturaleza del pensamiento en sí. Por un lado permite, analiza y es consiente la diversidad del mismo y al mismo tiempo considera las unidades que lo conforman (Hugo Andrade, 2007).

El pensamiento sistémico también es considerado como una combinación entre un enfoque para la resolución de problemas más un conjunto de herramientas, métodos y técnicas. Esta combinación tiene como fin principal, el reconocer que todos los sistemas solo pueden ser examinados en conjunto debido a la profunda conexión de sus componentes. Más allá de ser una actividad meramente académica, el pensamiento sistémico es considerado como un enfoque sumamente práctico que puede ser aplicado a todos los aspectos de la vida. Esto se basa en el principio de que todo comportamiento de un sistema es producto de la estructura de dicho sistema. Y su vez, dicha estructura determinara el desarrollo, el éxito o el fracaso del sistema. La solución para resolver cualquier problema radica en dentro del sistema, pero de tener que salir del sistema se implica que los límites de este deben ser ampliados. (Morlan, 2010)

2.2.2 Desarrollo de modelos mentales

Un estudio dinámico sistémico de un fenómeno consiste en un paulatino proceso de entendimiento y enriquecimiento del modelo mental que se tiene de dicho fenómeno. Es gracias al sistema de lenguajes que provee la dinámica de sistemas que será posible apreciar los distintos niveles de abstracción y de causalidades del sistema. A esto se lo conoce como proceso iterativo, la paulatina construcción de prototipos, versiones del modelo que van mejorando tras la siguiente iteración. Cada iteración por los prototipos va generando hipótesis causales las cuales aumentan la complejidad de

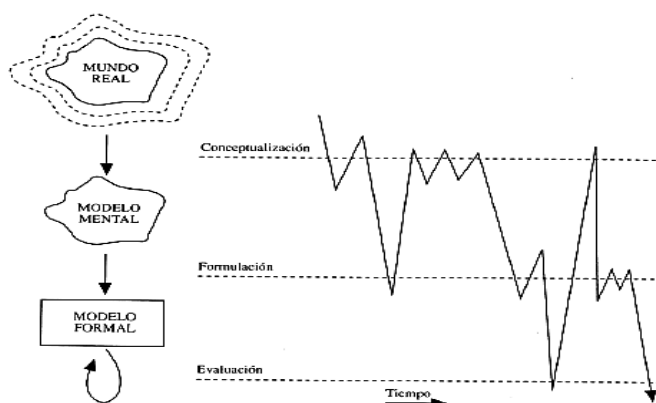
los prototipos. Es posible que con cada prototipo que se genere no se den mejoras, lo cual haría más complicado entender la causalidad, en dicha situación lo mejor es volver al anterior (Hugo Andrade, 2007).

Para la construcción de los prototipos se tomó como guía las etapas de construcción de modelos definidas por Javier Aracil y Francisco Gordillo (Aracil & Gordillo, 1997):

- Conceptualización, se basa en la creación de una perspectiva, el esbozo de la comprensión de cierto fenómeno del mundo real.
- Formulación del modelo, que es la representación del esbozo elaborado en la fase conceptualización por medio de un lenguaje formal.
- Evaluación del modelo, por medio de un análisis que pone a prueba sus criterios de aceptabilidad.

En la Figura 2.1 se muestra el carácter iterativo de la construcción de un modelo cualquiera, cabe señalar que no es necesario pasar de forma progresiva a través de estas, se puede ir de una fase a otra sin seguir un orden específico, cuantas veces se requiera para perfeccionar el modelo.

Figura 2.1: Fases de construcción de un modelo



Fuente: (Aracil & Gordillo, 1997)

2.2.3 Software de modelado y simulación

Para lograr definir las relaciones que existen entre los componentes del sistema, se deberá empezar con el modelado en computadora. Para esto se mencionara una breve introducción del sistema informático que se habrá de usar para la creación de nuestro modelo dinámico.

STELLA modeling and simulation software versión 9

En 1987, la Compañía Isee Systems recibió el premio Jay Forrester cuando fue el primero en introducir una construcción de modelos y simulación de herramientas basada en iconos, STELLA. STELLA trajo la construcción de modelos de simulación basados en computadoras para el mercado masivo. En 1990, la compañía introdujo iThink de simulación de negocios. Isee systems también creó la primera Management Flight Simulator en 1991, la introducción pionera del primer Learning Environment en 1995, introdujo el primer Laboratorio de Aprendizaje y los primeros sistemas conversacionales pensando en taller en 1999. Cada una de estas nuevas líneas de productos avanzó significativamente el estado de la técnica en los sistemas de pensamiento. (isee systems, 2015)

STELLA permite crear rápidamente diagramas del sistema que se pueden simular el paso del tiempo. Trabajar en un ambiente totalmente libre de riesgos, puede probar hipótesis y las intervenciones de política en varias ocasiones hasta que logre los resultados deseados. STELLA también permite crear una interfaz de usuario en la parte superior del diagrama de sistema que hace que sea fácil de compartir el conocimiento del sistema, ejecutar escenarios como parte de una presentación, y experimentar combinaciones de políticas.

STELLA es la herramienta de modelado de sistemas líder para la educación y la investigación, que se utiliza en todos los niveles educativos para estimular el aprendizaje de temas como la economía, la física, la literatura, cálculo, química, y la política pública. Modelos en STELLA permite comunicar cómo funciona un sistema, es decir lo que entra en el sistema, como estos insumos afectan el sistema, y cuáles son los resultados. (isee systems, 2015)

2.2 Evolución que ha tenido la ciencia económica para medir el crecimiento económico

En la economía, desde los pensadores antiguos, se ha buscado medir la riqueza nacional y analizar su evolución en el tiempo. Por lo cual en esta sección, se analizará los diferentes pensamientos del crecimiento económico a través de los principales exponentes de la economía.

2.2.1 Mercantilismo

En la economía moderna, durante los siglos XVII y XVIII, se desarrolló el Mercantilismo donde el principal pensador fue Thomas Mun quien, con otros mercantilistas, afirmaban que gracias al intercambio de mercadería y a la acumulación de oro y plata se generaba la riqueza. Creían que la riqueza de un país consistía en la cantidad de oro que tenían, y pensaban que para generar el comercio con otros países tenía que aumentar su cantidad de metales. (Robert B. Ekelund, 2005)

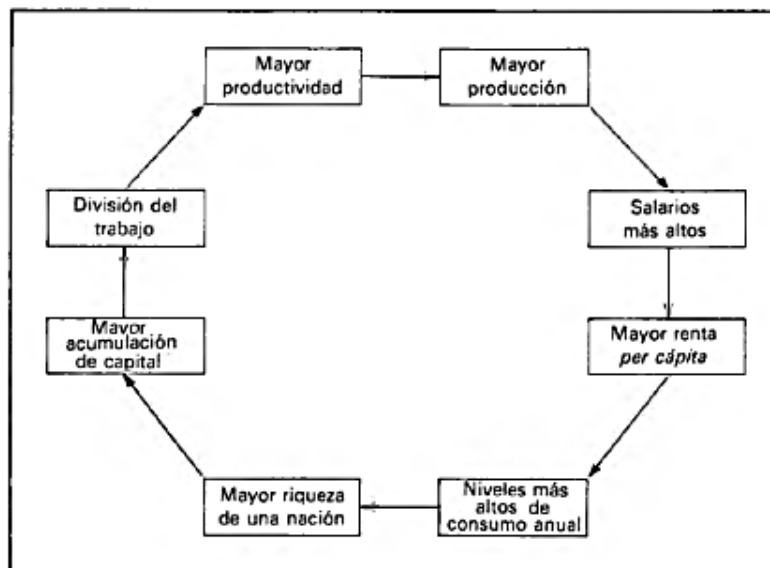
Es importante destacar, que el Mercantilismo y el proceso de circulación es lo más relevante, debido a que promueve el comercio exterior y la acumulación de riqueza. No obstante, la verdadera ciencia económica comienza cuando la investigación teórica se centra no en el proceso de circulación, sino en la producción.

2.2.2 La tabla económica de Quesnay

A consecuencia del mercantilismo, a mediados del siglo XVIII, surge la Fisiocracia cuyo término significa “Gobierno de la naturaleza”. Este término es apropiado por los autores que creían en la ley natural y en la primacía de la agricultura. El principal líder de los fisiócratas fue Francois Quesnay, médico de la corte de Luis XV y Madame de Pompadour. (Robert B. Ekelund, 2005, p.90)

En el *Tableau Economique*, que el mismo Quesnay llamó de esta manera, empezaba a diseñar el comportamiento económico bajo la premisa de que el crecimiento económico era fruto de la tierra y su trabajo, pues la tierra era la única fuente que generaba riqueza. Lo cual, reducía el comportamiento económico y las relaciones inmersas allí con la representación de tres clases socioeconómicas: una clase propietarias como los terratenientes, una clase productiva integrada por los agricultores y una clase estéril que incluía a los comerciantes, artesanos y sirvientes como lo refleja la figura 2.2. Dicha interrelación comenzaba a ser cuantificada por medio de la tabla económica, cuyo resultado reflejaba el valor agregado en los agricultores, ya que los terratenientes solo eran rentistas, mientras que los de la clase estéril se encargaban de solo distribuir el producto. (Robert B. Ekelund, 2005, P. 92)

Figura 2.3: Teoría del crecimiento económico de Smith



Fuente: *Historia de la teoría económica y de su método*

2.2.4 John Keynes y la teoría Keynesiana

John Maynard Keynes fue un economista británico que es considerado como uno de los más predominantes del siglo XX, que cuyas ideologías tuvieron una fuerte consecuencia en las teorías y políticas económicas. (Robert B. Ekelund, 2005, p. 548)

La teoría keynesiana nació en el contexto de la gran depresión, en que Estados Unidos y Europa están hundidas en una gran crisis y las teorías económicas clásicas no lograban dar respuestas a un sistema económico capitalista que intentaba recuperarse exclusivamente por sus propios mecanismos internos.

El modelo keynesiano partía de una identidad macroeconómica usada con mayor frecuencia en la contabilidad nacional por su simplicidad la cual se expresa en una sola ecuación 2.1:

$$Y = C + G + I + (X - M) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde Y es el producto, C el consumo de los hogares, G el gasto del gobierno, I inversión, X representa a las exportaciones y M a las importaciones. En conjunto muestra el comportamiento económico desde el lado de la demanda, puesto que la literatura ha demostrado que la Ley de Say, la cual plantea que la oferta crea su propia demanda, no se cumple para todos los mercados existentes.

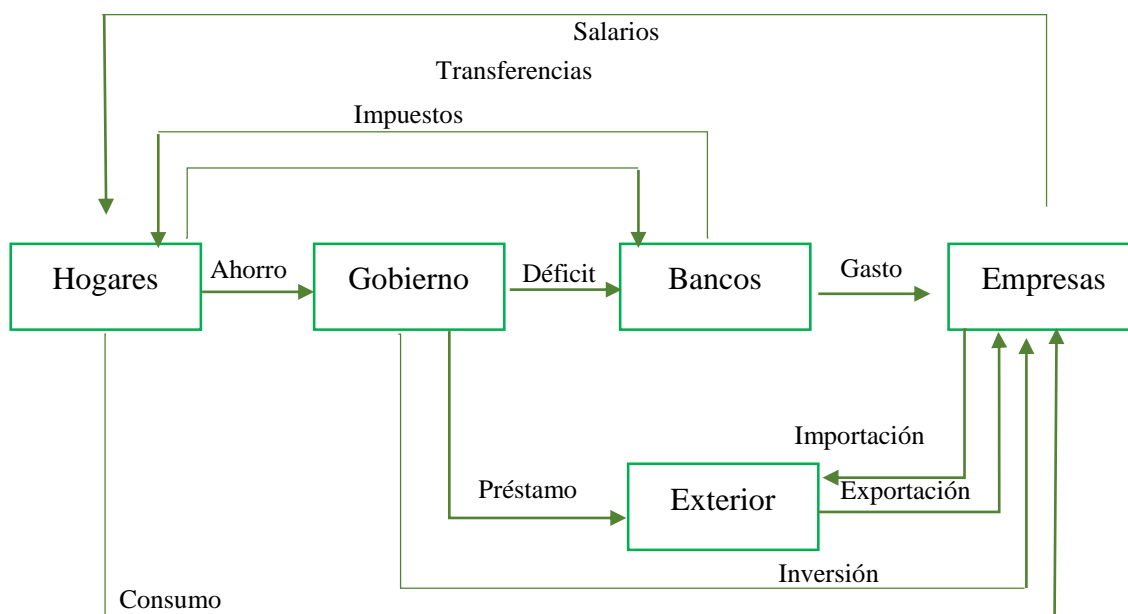
Keynes es uno de los autores que más resalta esta cuestión, debido que demostró que la oferta de trabajo no será absorbida en su totalidad por las empresas o los demandantes de la fuerza laboral. (Robert B. Ekelund, 2005)

2.2.5 Modelo de flujo circular

El modelo de flujo circular es representado en muchos libros de macroeconomía, muestra inicialmente dos actores que son los hogares y las empresas. Por un lado, las empresas pagan salarios a las familias, lo cual sirve para la compra de bienes y servicios que son producidos por las empresas; por otro lado tenemos a las familias que son dueñas de la fuerza laboral y el capital, donde es absorbido por las empresas como insumo para la producción de bienes y servicios.

El modelo general, reduce el comportamiento económico a dos actores pero, se puede ir introduciendo más actores para lograr un esquema más robusto que refleje el comportamiento económico tanto interno como externo. Entonces tenemos al Estado, quien es el que gasta en transferencias y consumos de bienes y servicios; a la vez entra los bancos quienes son los que soportan los déficit públicos y las inversiones de las empresas; y al final, tenemos el sector externo, quien es el que compra los productos internos que se refleja en las exportaciones del país y vende sus bienes expresados en las importaciones. (Mankiw, 2002)

Figura 2.4: Adaptación al modelo de flujo circular en una economía abierta.



Fuente: Principio de Economía de Mankiw

Es importante destacar, que el esquema de flujo circular nos muestra el balance que debe presentar una economía para lograr un crecimiento económico armónico y sostenible, por eso los flujos de entrada y de salida deben equilibrar el comportamiento de los agentes, y también, resaltar la importancia del ahorro la cual, sostiene una de las variables más relevantes que determina el crecimiento económico que es la inversión.

2.2.6 Solow y el modelo de crecimiento endógeno

El modelo de Solow trata de explicar cómo crece la producción nacional de bienes y servicios mediante un modelo cuantitativo. Solow la expresa en la siguiente ecuación:

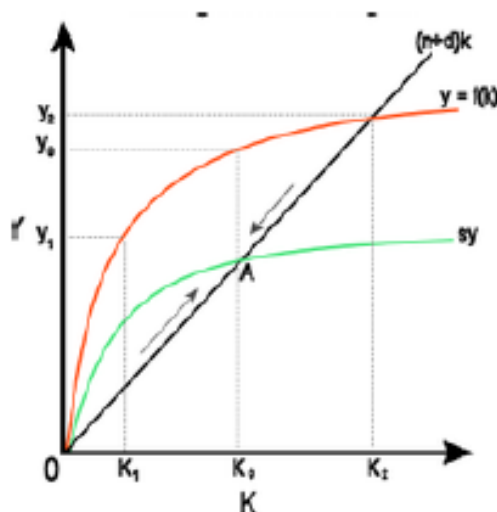
$$Y = AK^{\beta}L^{(1-\beta)} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde Y representa a la producción, A representa al factor endógeno, K es el capital y L representa al trabajo. Dependiendo de la ecuación anterior, esta sufre una transformación logarítmica para observar la evolución del producto en el tiempo, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\ln Y = \ln(A) + \beta \ln(K) + (1 - \beta) \ln(L) \quad \text{Ecuación 2.3}$$

Ahora, suponiendo rendimientos constantes a escala, el modelo de Solow dice que las economías tienen un crecimiento que se limita en una asíntota llamada estado estacionario. En la siguiente figura, se puede observar que en el punto más alto de la curva es donde el crecimiento presenta menores tasas pero grandes cantidades de bienes y servicios producidos, como menciona la teoría, expresados en dinero constante. (N. G. Mankiw, p. 407)

Figura 2.5: Modelo de crecimiento de Solow



Fuente: Solow, 1956

A partir del Modelo de Solow, es que surgen inquietudes como si la economía no se puede innovar constantemente o como el crecimiento económico podría reflejarse en el futuro en el caso de políticas económicas que ayuden al crecimiento económico. Entonces este trabajo consiste en crear un modelo que traspase el supuesto de rendimientos constantes y así ver las distintas variaciones que podrían tener las economías.

Después de haber dado un breve análisis de la historia de la economía y sus actores más representativos para este proyecto, podemos mostrar la evolución que ha tenido la economía a través del tiempo y no obstante podemos destacar que toda la teoría aprendida y que está plasmada en los libros de macroeconomía es muy importante para desarrollar nuevos modelos que puedan analizar el crecimiento económico de un país a través de indicadores importantes para este análisis.

CAPÍTULO 3

3. Metodología

En esta sección se amplía el modelo a desarrollar tomando de base el esquema de flujo circular revisando trabajos previos, como ideal para la base del análisis del crecimiento económico del Ecuador. Se presenta los pilares sobre los cuales se construye el modelo y la importancia de la vinculación que tiene cada uno.

A continuación se expone el diseño de la investigación, el método de investigación que se aplica para este caso; las fuentes de información a consultar ya sean primarias o secundarias. También se hace referencia de cómo se conducirá la técnica de investigación para recopilar y analizar información referente al tema de proyecto.

3.1 Descripción general del modelo

En esta sección se explica el modelo y cada una de las variables que afectan a este. Sabemos que una teoría económica tradicional se puede observar modelos de equilibrio general, donde se toma la idea de una igualdad entre la oferta y la demanda para los mercados existentes.

Con la dinámica de sistemas se evidencia que es posible comprender la economía con un sistema de flujos continuos y que no necesariamente están en equilibrio. Representando así, en este modelo, los agentes económicos básicos adaptados al esquema de flujo circular pues tenemos a las familias que son los consumidores en un mercado; al gobierno y por último a las empresas que son las que generan bienestar al sistema los cuales, todos se apoyan en el dinero, que tienen como representación a los bancos que generan el flujo de dinero ya sea en ahorro, inversión, déficit o deuda privada.

Por consiguiente, es el dinero que permite realizar transacciones entre los diferentes agentes de la economía lo cual, estos procesos generan una serie de flujos que dependen los unos con los otros y que son alimentadas por las empresas, el gobierno y los hogares. Entonces, cada uno de estos agentes económicos tiene su propia dinámica que termina en el consumo de bienes y servicios producidos por las empresas y así comenzando de nuevo el ciclo que se va reincidiendo una y otra vez.

3.1.1 Variables que afectan al modelo

A continuación se presenta las variables que afectan al modelo, dichas variables se han clasificado en variables de stock o de nivel, variables de flujo y variables auxiliares.

Las variables de stock o de nivel son elementos fundamentales de los modelos dinámicos, y generalmente se pretende estudiar su evolución en el tiempo. Estas variables representan “depósitos o acumulaciones” en este caso de dinero que pueden recibir entradas o generar salidas en la dirección de otros elementos o variables. Estas variables se las representan con un rectángulo (Simposio, s.f)

Las variables de flujo representan transferencias de materia entre dos variables del sistema. Estas variables se las representan con una llave de flujo. (Simposio, s.f)

Por otro lado, las variables auxiliares son elementos del sistema que se relacionan con otros sin que se produzca en esa relación una transferencia de materia. Estas variables se las representan con un pequeño círculo. (Simposio, s.f)

La siguiente tabla 3.1 describe las variables de stock del modelo con su respectiva función y unidades:

Cuadro 3.1 Variables de stock del modelo con sus ecuaciones

| Variable | Ecuación | Unidades |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Ahorros(t) | $\text{ahorros}(t - dt) + (\text{hogares_ahorro} + \text{ahorro_empresas} + \text{ahorro_gobierno} + \text{depósitos_domésticos_netos} - \text{inversión}) * dt$ INIT ahorros = $(\text{ahorro_empresas} + \text{depositos_domesticos_netos} + \text{ahorro_gobierno} + \text{hogares_ahorro} - \text{inversion})$ | \$/year |
| Empresas(t) | $\text{empresas}(t - dt) + (\text{inversión} + \text{consumo hogares} + \text{compras gobierno} + \text{exportaciones} - \text{impuestos} - \text{sueldos_y_dividendos} - \text{ahorro empresas} - \text{importaciones}) * dt$ INIT empresas = $(\text{consumo_hogares} + \text{inversion} + \text{compras_gobierno} + \text{exportaciones} - \text{importaciones}) / 12$ | \$/year |
| Gobierno(t) | $\text{gobierno}(t - dt) + (\text{impuestos} - \text{pagos_de_transferencia} - \text{compras_gobierno} - \text{ahorro_gobierno}) * dt$ INIT gobierno = $+(\text{impuestos} - \text{compras_gobierno} - \text{ahorro_gobierno} - \text{pagos_de_transferencia})$ | \$/year |

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| hogares(t) | hogares(t - dt) + (pagos_de_transferencia + sueldos_y_dividendos - hogares_ahorro - consumo_hogares) * dt INIT hogares = (sueldos_y_dividendos - consumo_hogares - hogares_ahorro) | \$/year |
| BC tasa(t) | BC_tasa(t - dt) + (cambios_netos_en_BC_tasa) * dt INIT BC_tasa = 0.20 | \$/year |
| Depositos(t) | depositos(t - dt) + (proceso_depositos - proceso_retiros) * dt INIT depositos = 30304.2 | \$/year |
| moneda(t) | moneda(t - dt) + (proceso_retiros) * dt INIT moneda = moneda(t - dt) + (proceso_retiros) * dt | \$/year |
| suministro reservas(t) | suministro_reservas(t - dt) + (suma_neta_reservas - tasa_neta_prestamos) * dt INIT suministro_reservas = 2114.93 | \$/year |
| tasa prestamos(t) | tasa_prestamos(t - dt) + (cambios_netos_tasa_prestamos) * dt INIT tasa_prestamos = 0.16 | \$/year |
| Deuda Gob(t) | Deuda_Gob(t - dt) + (prestamo_Gob - pagos_Gob) * dt INIT Deuda_Gob = 24257 | \$/year |
| interés acumulado en deuda gob(t) | interés_acumulado_en_deuda_gob(t - dt) + (aumento_interes - reduccion_interes) * dt INIT interes_acumulado_en_deuda_gob = 1940 | \$/year |
| presupuesto Gob(t) | presupuesto_Gob(t) = presupuesto_Gob(t - dt) + (cambio_presupuesto_Gob) * dt INIT presupuesto_Gob = 34301 | \$/year |
| consumo nominal(t) | consumo_nominal(t - dt) + (cambios_en_consumo_nominal) * dt INIT consumo_nominal = 40276 | \$/year |
| Propensión promedio para consumir(t) | propensidad_promedio_para_consumir(t - dt) INIT propensidad_promedio_para_consumir = 0.90 | \$/year |

Elaborado por los Autores

Fuente: Banco Central del Ecuador

A continuación, en la figura 3.2 se muestra la tabla con las variables de flujo del modelo:

Cuadro 3.2 Variables de flujo del modelo con sus ecuaciones

| Variable | Ecuación | Unidades |
|-----------------|------------------------|----------|
| Hogares ahorro | ahorro_nominal_hogares | \$/year |
| Ahorro empresas | 40000 | \$ |
| Ahorro gobierno | -Deficit_Gob | \$/year |

| | | |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Depósitos domésticos netos | cambio_neto_depositos | \$/year |
| Inversión | 2383.5 | \$/year |
| Consumo hogares | consumo_nominal | \$/year |
| Compras gobierno | compras_nominales_Gob | \$/year |
| Exportaciones | 25732 | \$/year |
| impuestos | 23693 | \$/year |
| sueldos y dividendos | 2177 | \$/year |
| importaciones | 26459 | \$/year |
| Pagos de transferencia | pagos_transferencia_nominal | \$/year |
| Cambios netos en BC tasa | ((INIT(BC_tasa)/exceso_reservas)-BC_tasa)/BC_tasa_ajustado_tiempo | \$/year |
| procesos de depósitos | compras_TBC+tasa_neta_prestamos | \$/year |
| procesos de retiros | ((depositos*tasa_deposito_moneda)-moneda)/moneda_ajustada_tiempo | \$/year |
| Suma neta reservas | cambio_neto_depositos | \$/year |
| Tasa neta préstamos | IF(ajuste_obligado<0)THEN(ajuste_obligado)ELSE(prestamos_banco-INIT(prestamos_banco)) | \$/year |
| Cambios netos tasa préstamos | ((prestamos_&_tasa_ahorro/INIT(prestamos_&_tasa_ahorro))*(BC_tasa+3))-tasa_prestamos/tasa_prestamos_ajustado_tiempo | \$/year |
| Préstamo Gob | Deficit_Gob+SMTH1(pagos_Gob, 0.085) | \$/year |
| Pagos Gob | Deuda_Gob/madures_y_vencimiento_de_bonos | \$/year |
| Aumento interés | IF(prestamo_Gob>0)THEN((tasa_bono_gob/100)*prestamo_Gob)ELSE(prestamo_Gob*(tasa_interes_promedio_bonos_Gob)) | \$/year |
| Reducción interés | pagos_Gob*(tasa_interes_promedio_bonos_Gob/100) | \$/year |
| Cambio presupuesto Gob | IF(politica_presupuesto_ajustado=0)THEN(MAX(0,brecha_del_presupuesto/presupuesto_ajustado_al_tiempo))ELSE(brecha_del_presupuesto/(brecha_del_presupuesto/3)) | \$/year |
| Cambios en consumo nominal | (consumo_nominal_indicado-consumo_nominal)/tiempo_ajustado_al_consumo_para_ingreso | \$/year |

Elaborado por los Autores

Fuente: Banco Central del Ecuador

Finalmente, se presenta en la tabla 3.3 las variables auxiliares con sus funciones:

Cuadro 3.3 Variables auxiliares del modelo con sus ecuaciones

| variable | Ecuación | Unidades |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Tasa de interés | tasa préstamos | NN |
| Ajuste obligado | (suministro_reservas-reservas_demandadas)/0.04 | \$/year |
| BC tasa ajustado tiempo | 0.40 | year |
| Cambio neto depósitos | proceso_depositos-proceso_retiros | \$/year |
| Compras TBC | 53350 | \$/year |
| Exceso reservas | suministro_reservas/reservas_demandadas | \$/year |
| inversiones | inversion*tasa_prestamos | NN |
| Moneda ajustada tiempo | 2.5 | year |
| Porcentaje préstamo banco | 15 | NN |
| Prestamos & tasa ahorro | (prestamos_netos/INIT(prestamos_netos))/(ahorros/INIT(ahorros)) | \$/year |
| Préstamos banco | (porcentaje_prestamo_banco/100)*inversiones | \$/year |
| Préstamos netos | 13555.5 | \$/year |
| Reservas demandadas | tasa_reserva*depositos | \$/year |
| Tasa depósito moneda | SMTH1((1+efecto_tasa_interes_en_tasa_CD)*tasa_deposito_moneda_referencial, 0.5) | year |
| Tasa depósito moneda referencial | 0.68 | year |
| Tasa préstamos ajustado tiempo | 0.08 | year |
| Tasa reserva | 0.00003 | year |
| Efecto tasa interés en tasa CD | GRAPH((SMTH1(tasa_prestamos/INIT(tasa_prestamos),3))) | year |
| | (0.00, 0.125), (0.2, 0.124), (0.4, 0.123), (0.6, 0.12), (0.8, 0.114), (1.00, 0.00), (1.20, -0.017), (1.40, -0.027), (1.60, -0.032), (1.80, -0.0345), (2.00, -0.0375) | |
| Brecha del presupuesto | presupuesto_Gob__indicado-presupuesto_Gob | \$/year |
| Compras nominales Gob | presupuesto_Gob-pagos_transferencia_nominal | \$/year |
| Déficit Gob | gastos_Gob-presupuesto_Gob__indicado | \$/year |
| Gastos Gob | compras_nominales_Gob+pagos_transferencia_nominal | \$/year |
| Impuestos 2 | impuestos | \$/year |

| | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Madures y vencimiento de bonos | 5 | year |
| Pagos de transferencia social %presupuesto | 0.16 | year |
| Pagos intereses | $Deuda_Gob*tasa_interes_promedio_bonos_Gob/100$ | \$/year |
| Pagos transferencia nominal | $presupuesto_Gob*pagos_de_transferencia_social_presupuesto+pagos_intereses$ | \$/year |
| Política presupuesto ajustado | 0 | year |
| Presupuesto Gob indicado | $impuestos_2+sectos_petrolero$ | \$/year |
| Presupuesto ajustado a tiempo | 1 | year |
| Sector petrolero | 10905 | \$/year |
| Tasa bono gob | $tasa_interes*0.9$ | 1/year |
| Tasa interés | $tasa_de_interes$ | year |
| Tasa interés promedio bonos Gob | $IF(Deuda_Gob>0)THEN(100*interes_acumulado_en_deuda_gob/Deuda_Gob)ELSE(0)$ | 1/year |
| Ahorro nominal hogares | $ingreso_nominal_disponible-consumo_nominal$ | \$/year |
| Consumo nominal indicado | $ingreso_nominal_disponible*propensidad_para_consumir$ | \$/year |
| Efecto tasa interés en el consumo | $1+((tasa_de_interes_2-INIT(tasa_de_interes_2))/INIT(tasa_de_interes_2))*tasa_de_interes_elasticidad_del_consumo)$ | year |
| Ingreso nominal disponible | $pagos_de_transferencia+sueldos_y_dividendos$ | \$/year |
| Propensión para consumir | $propensidad_promedio_para_consumir*SMTH1(efecto_tasa_interes_en_el_consumo,tiempo_ajustado_al_consumo_para_tasa_de_interes)$ | year |
| Tasa de interés 2 | $tasa_de_interes$ | year |
| Tasa de interés elasticidad del ahorro | 0.2 | year |
| Tasa de interés elasticidad del consumo | $-tasa_de_interes_elasticidad_del_ahorro/(propensidad_promedio_para_consumir/(1-propensidad_promedio_para_consumir))$ | year |

| | | |
|-------------------------------------------------|-----|------|
| Tiempo ajustado al consumo para ingreso | 2.5 | year |
| Tiempo ajustado al consumo para tasa de interés | 0.5 | year |

Elaborado por los Autores
Fuentes: Banco Central del Ecuador

Cabe recalcar que los valores expresados en las tablas están dados en millones de dólares, dichos valores fueron proporcionados de las estadísticas del Banco Central de Ecuador del año 2014. (Ver anexos)

3.2 Diagrama forrester integrado

Uniendo los tres agentes de la economía, en la figura 3.6 se puede observar la dinámica que realizan las variables. La dinámica que realizan los consumidores se refiere al balance financiero entre los ingresos y egresos, lo cual, los ingresos son derivados de los salarios, las rentas y los préstamos que se recurre.

Los salarios y las rentas dependen principalmente de la producción de las empresas, y de los salarios y prestaciones de seguridad social pagados por el gobierno si son trabajadores públicos. Los préstamos depende de la necesidad de efectivo y cuan endeudado se está. Los procesos de endeudamiento se limitan al plazo, el nivel de dinero, y la tasa de interés. Se tiene entendido que los consumidores tienen un monto objetivo, si éste sobrepasa los consumidores están ilíquidos es decir que requieren hacer préstamos para mantener su monto objetivo o pueden destinarlo a gastos.

La tasa de interés ayuda a definir el costo de servicio de las deudas adquiridas y también, la capacidad de endeudamiento, lo cual son medidas de la capacidad de pagos futuros. Si se tiene una tasa de interés alta, el valor de los pagos de la deuda aumenta, también aumenta la intención de ahorro de los individuos y por consecuencia reduce su capacidad de consumo.

El consumo abarca la compra de bienes y servicios provenientes de la producción interna y externa. El consumo interno está afectado por la tasa de interés. En cambio, el consumo externo está afectado por la tasa de cambio; mientras mayor sea la tasa de cambio, menor será la adquisición de bienes y servicios extranjera. Cuando los intereses son elevados, las familias deciden transformar su ahorro en inversión.

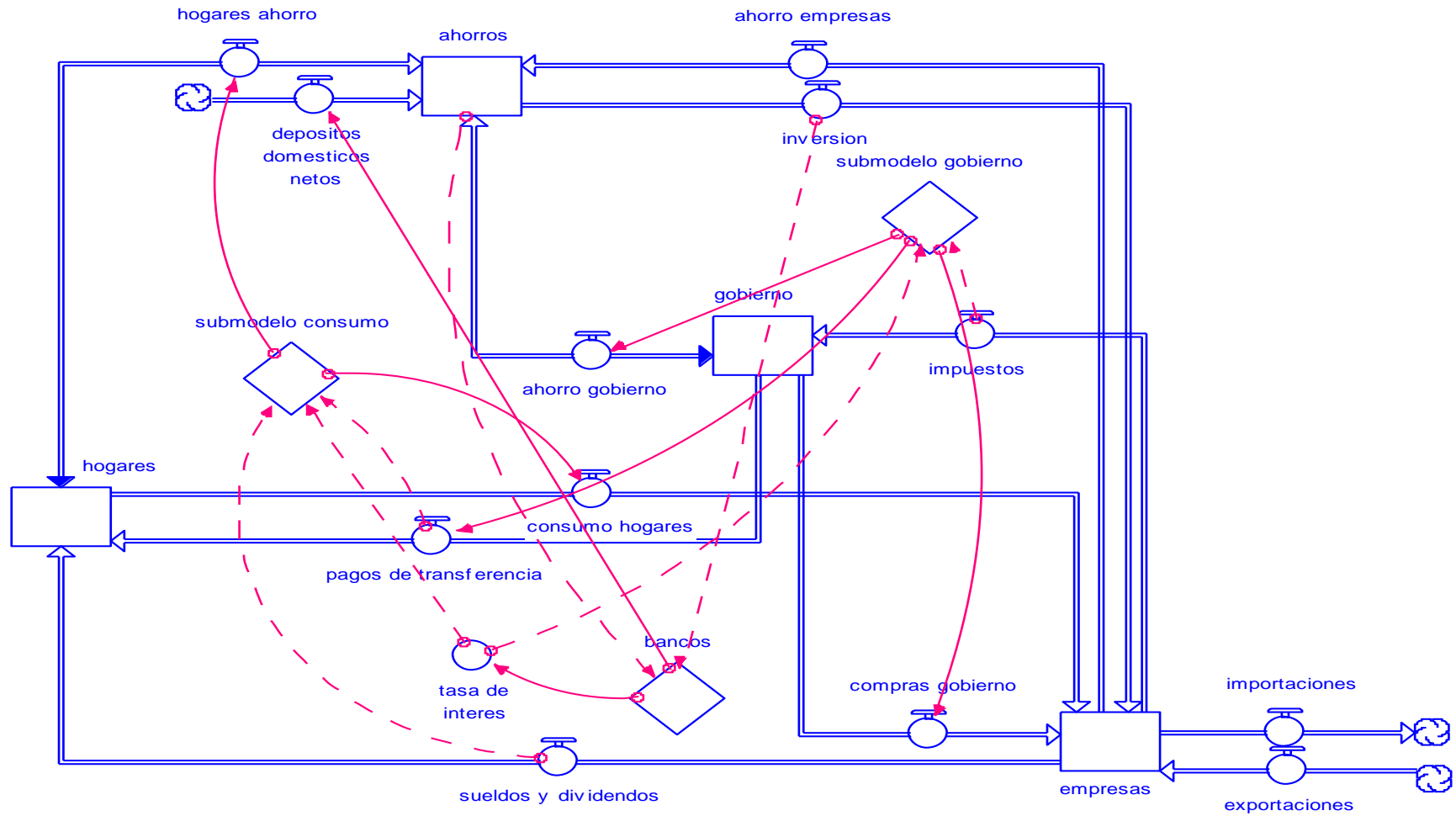
La dinámica que realiza el gobierno es que sus ingresos y egresos son provenientes tanto de los consumidores como los productores. Por el lado de los consumidores, el gobierno ingresos de impuestos (IVA, ICE, a la Renta y otros impuestos) y contribuciones de seguridad social y tiene egresos de salarios públicos y prestaciones de seguridad social. Por el lado de los productores, el gobierno tiene egresos de compras de bienes y servicios conocido como consumo del gobierno e ingresos de impuestos que generan las empresas. Además, el Estado también genera ingresos a través de la deuda externa lo cual a su vez genera un servicio de deuda; entre más deuda externa más ingreso para el gobierno pero a su vez incrementa el servicio de deuda externa e incrementa el interés lo cual tiene un efecto negativo en la inversión, afecta la salario y afecta al consumo del gobierno. (Banco Central Ecuador, 2015)

Por otro lado, el Estado también genera ingresos del sector petrolero por la venta del crudo, la inversión extranjera directa y las remesas generadas por los emigrantes a través de fondos para sus familias. (Banco Mundial, 2015)

Las empresas son las que generan bienestar al sistema debido que es el conjunto de todos los productores de la economía. La dinámica que realizan las empresas es que sus ingresos provienen de las ventas, de los préstamos que recurren los productores al sector monetario financiero y los aportes de capital de los consumidores. Se entiende, que las ventas son intercambios entre los consumidores y las empresas los cuales entregan sus bienes y servicios a cambio del dinero del consumidor. Así también, los egresos son generados por los pagos de los salarios y rentas privadas a los consumidores, aportes de capital, impuestos pagados al estado en este caso sería aranceles, pagos de insumos que generan las propias empresas y recursos para la inversión.

A continuación se muestra en la figura 3.10 el diagrama Forrester, lo cual este diagrama es necesario para la simulación en el software STELLA.

Figura 3.6 Diagrama Forrester integrado con los agentes de la economía



Elaborado por los autores

3.2 Diseño de la investigación

El presente proyecto emplea investigación cuantitativa, la cual el objetivo es el estudiar las propiedades y fenómenos cuantitativos y sus relaciones para proporcionar la manera de establecer, formular, fortalecer y revisarla teoría existente.

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base a la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2008, p.5)

El alcance a emplear en este tipo de investigación es el estudio descriptivo que nos ayudará a medir, evaluar o recolectar datos sobre diversos conceptos (variables), también se utilizará el estudio explicativo que al final nos ayudará a determinar las causas del fenómeno y generar un sentido de entendimiento. (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2008, p.102&108)

Figura 3.7. Alcances que puede tener un estudio cuantitativo.



Fuente: Adaptado de Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista. Metodología de la Investigación, 4ª edición. 2008

Con respecto al estudio descriptivo se la emplea en el análisis de datos secundarios que se presentan cuantitativamente de páginas oficiales, visitas a bibliotecas, consultas por internet y resultados de investigaciones.

Por lo tanto, como fuente de información secundaria se emplean artículos, publicaciones, revistas científicas, libros, videos, todos ellos relacionados a la dinámica de sistemas y la macroeconomía.

CAPÍTULO 4

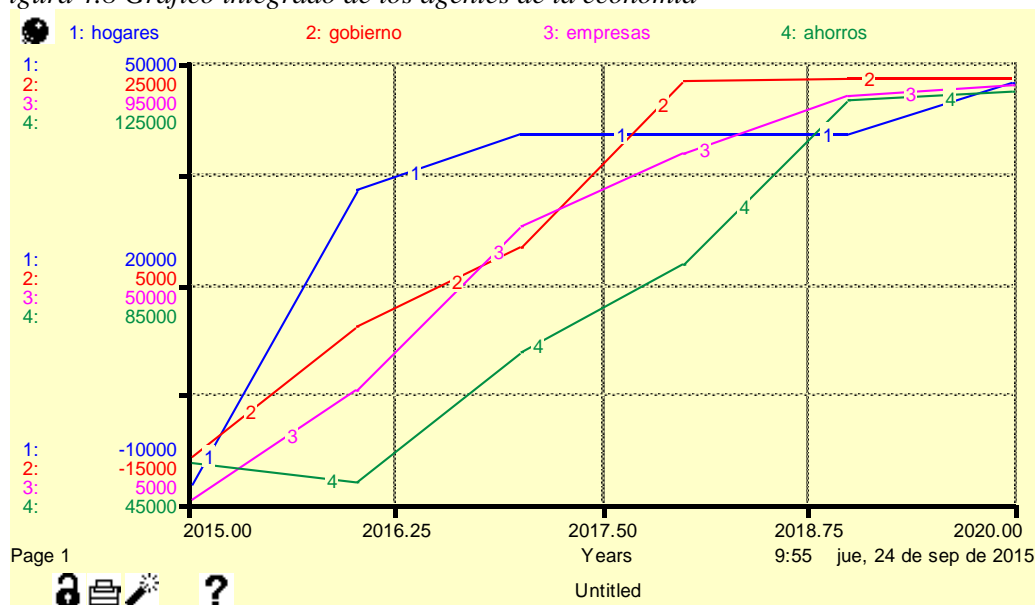
4. Análisis y resultados

En este capítulo se analiza la simulación del modelo macro-económico que fue realizada en el software STELLA. Los datos del modelo presentado en el capítulo anterior son proporcionados por el Banco Central del Ecuador (Banco Central de Ecuador, 2015), donde se utilizaron las estadísticas macro-económicas del sector gobierno, hogares y empresa y también datos de las Superintendencia de Compañía (Superintendencia de Compañías, 2015) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 2015).

Los Datos del modelo corresponde al año 2014 y se analizaron diferentes escenarios para los posibles futuros del país que va hasta el año 2020.

A continuación en la figura 4.8 se muestran los resultados para los agentes de la economía:

Figura 4.8 Gráfico integrado de los agentes de la economía



Elaborado por los autores

Tabla 4.1 Pronóstico hasta el año 2020 de los agentes de la economía

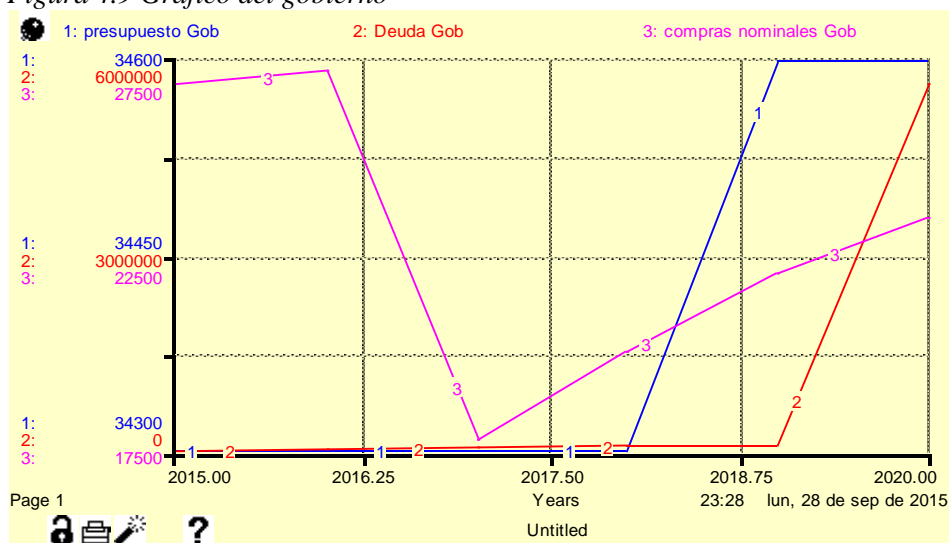
| Año | Hogares | Gobierno | Empresas | Ahorros |
|-------|-----------|------------|-----------|------------|
| 2015 | -7.428.16 | -10.905.00 | 5.733.78 | 52.349.92 |
| 2016 | 32.847.84 | 962.42 | 28.115.50 | 48.664.04 |
| 2017 | 40.276.00 | 8.181.54 | 61.925.76 | 72.362.53 |
| 2018 | 40.276.00 | 23.396.00 | 76.573.04 | 88.386.33 |
| 2019 | 40.276.00 | 23.693.00 | 88.424.00 | 118.535.06 |
| Final | 47.302.74 | 23.693.00 | 90.429.55 | 119.935.73 |

Elaborado por los autores

Para el 2020 se espera que el gobierno de Ecuador mejore y estabilice sus niveles de ingresos en \$23,693 millones de dólares. Debido a la caída del precio del petróleo, su principal producto de exportación (el cual aportó con \$10,905 millones de dólares), este se ha visto obligado a revocar el incremento salarial previsto para el sector público y a ampliar la deuda con China. En este contexto se prevé un debilitamiento en el crecimiento económico del país, el cual tiene como principal motor económico en la actualidad al estado. Todo esto ligado a una recuperación en el medio plazo, asociado con la recuperación del precio del barril del petróleo. Por otra parte se espera un crecimiento leve en el sector empresarial, que viene de la mano de un incremento en el consumo por parte de los hogares (y por ende, de una reducción del ahorro).

A continuación, se puede observar el comportamiento del presupuesto del gobierno que se mantiene constante pero al final del año 2020 se genera un aumento, también se puede observar que en la deuda de gobierno se produce una subida exagerada esto puede ser a que el estado hace grandes inversiones o se está quedando ilíquido.

Figura 4.9 Gráfico del gobierno



Elaborado por los autores

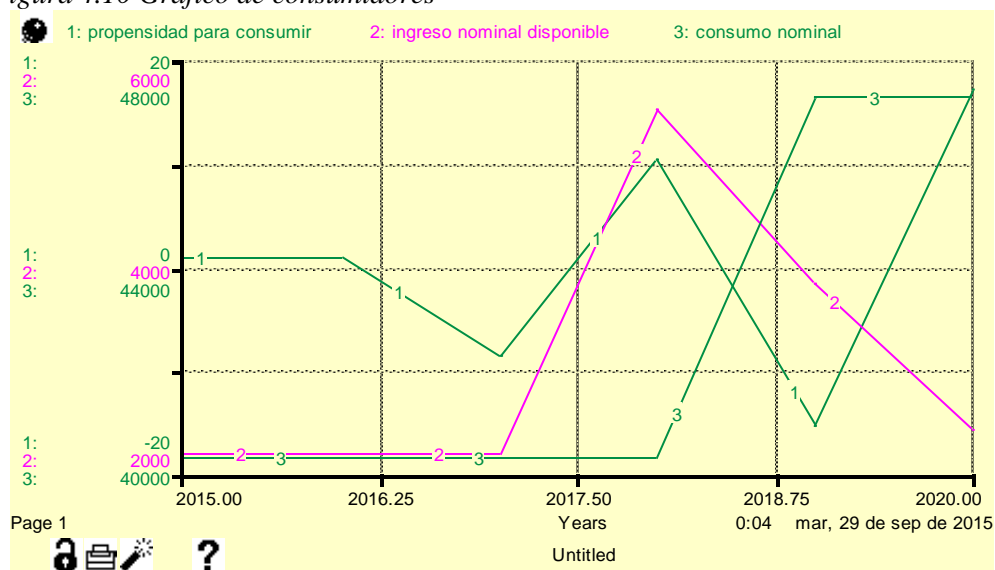
Tabla 2 Pronóstico para el año 2020 del presupuesto del gobierno, deuda y compras

| Años | Presupuesto gob | Deuda gob | Compras nominales gob |
|-------|-----------------|--------------|-----------------------|
| 2015 | 34.301.00 | 24.257.00 | 26.872.84 |
| 2016 | 34.301.00 | 47.653.00 | 27.220.16 |
| 2017 | 34.301.00 | 66.369.80 | 17.837.41 |
| 2018 | 34.301.00 | 116.643.89 | 20.032.50 |
| 2019 | 34.598.00 | 93.315.12 | 22.038.05 |
| Final | 34.598.00 | 5.609.285.99 | 23.442.90 |

Elaborado por los autores

Por otro lado están los consumidores en la figura 4.10 donde la propensión al consumo mide cuánto se incrementa el consumo de una persona cuando incrementa su renta disponible en dólares. Por lo tanto se puede observar que la propensión de consumir varía de año a año dando en el año 2020 una propensión de \$17 dólares lo cual es un valor muy alto. El ingreso que dispondrán los consumidores casi no varía hasta el año 2020 pero el consumo si aumentará por lo tanto quiere decir que vivirán endeudados.

Figura 4.10 Gráfico de consumidores



Elaborado por los autores

Tabla 4.3 Pronóstico para el año 2020 de la propensión al consumir, ingreso nominal disponible y consumo nominal

| Años | Propensión al consumo | Ingreso nominal disponible | Consumo nominal |
|-------|-----------------------|----------------------------|-----------------|
| 2015 | 0.90 | 2.177.00 | 40.276.00 |
| 2016 | 0.90 | 2.177.00 | 40.276.00 |
| 2017 | -8.60 | 2.177.00 | 40.276.00 |
| 2018 | 10.44 | 5.540.50 | 40.276.00 |
| 2019 | -15.38 | 3.831.95 | 47.302.74 |
| Final | 17.22 | 2.427.10 | 47.302.74 |

Elaborado por los autores

Finalmente, un vez analizado el comportamiento de las variables y observado los números se puede simular que para el año 2020 se obtendrá un país endeudado debido a la crisis que Ecuador está pasando. No obstante, el pronóstico no se puede considerar real debido que pueden existir múltiples factores ya sean políticos, naturales, entre otros, que harán que cambie la economía del país ya sea para bien o para mal.

CAPÍTULO 5

5. Conclusiones

En base a la creación del modelo dinámico fue posible simular y analizar el comportamiento macro-económico, identificar las variables asociadas al modelo y poder formular los diferentes escenarios.

Por medio del modelo macro-económico fue posible conocer la interacción de los agentes de la economía y sus variables macro-económicas, además con la información secundaria recolectada y los diferentes datos estadísticos se pudo simular el modelo en el software STELLA demostrando que el modelo fue lo suficientemente sólido para crear los diferentes escenarios y estrategias

Mediante la simulación se pudo analizar el crecimiento económico del país hasta el año 2020, en este sentido los escenarios propuestos mostraron subidas y bajadas en su comportamiento lo cual indica que se debe tomar mejor decisiones.

Visto de manera general, el papel que debería desempeñar el Gobierno ecuatoriano sería de fomentador. Fomentar un mercado más amigable que promueva la inversión nacional tanto como extranjera y brinde más beneficios a la industria ecuatoriana, al mismo tiempo incentivando el ahorro. Todo esto con el fin de mejorar el bienestar de los ciudadanos a la vez preparar a su economía para una apertura a un mercado cada vez más globalizado y competitivo.

REFERENCIAS

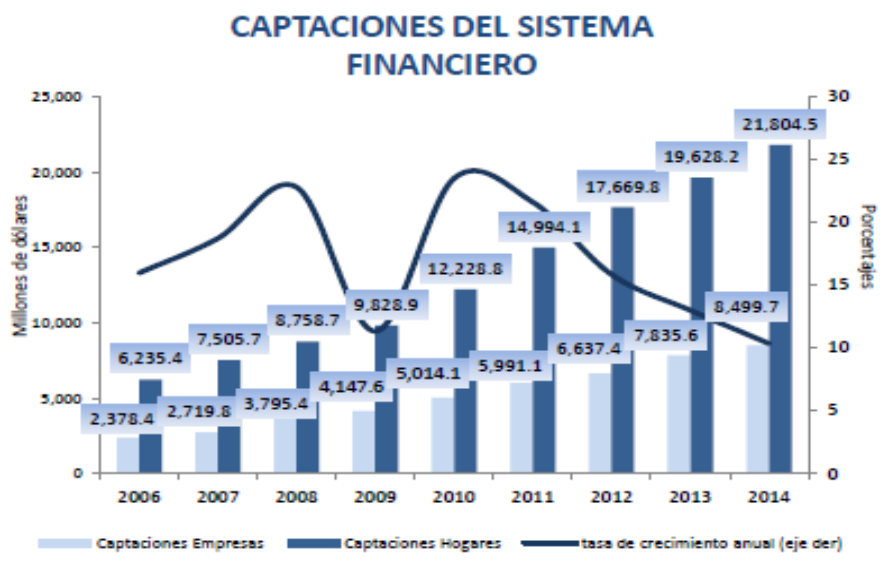
- Andrade, J., Andrade, H., & Gómez, U. (2011). *Mejorando el proceso de aprendizaje de los principios de la macro-económico usando el modelo clásico como herramienta pedagógica*. Bogotá.
- Banco Central de Ecuador. (2015). <http://www.bce.fin.ec/>.
- Banco Central Ecuador. (2015). *Estadísticas Macroeconómicas-Presentación Coyuntural*.
- Banco Mundial. (15 de abril de 2015). *El Banco Mundial*. Obtenido de El Banco Mundial: <http://www.bancomundial.org/es/country/ecuador/overview>
- Bueno, N. P. (2009). *System Dynamics and the Role of history in economic growth theory*. Albuquerque.
- Club de Roma. (s.f.). *Club of Rome*. Obtenido de <http://www.clubofrome.org/?p=375>
- Dinamica de sistemas*. (s.f.). Obtenido de <http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
- Gómez, & Aparicio. (2010). *Simulación de crecimiento económico colombiano con dinámica de sistemas*. Medellín.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2008). *Metodología de la Investigación*. México, DF: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2015). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>.
- Izquierdo, I. (2008). *Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas*. Obtenido de http://www.luis.izqui.org/papers/Izquierdo_Galan_Santos_Olmo_2008.pdf
- Jones, c. (2000). *Introducción al Crecimiento Económico*. Prentice Hall.
- LeRoy, R. (1986). *Macroeconomía moderna*. Mexico D.F.: Industria Editorial Mexicana.
- Robert B. Ekelund, J. (2005). *Historia de la teoría económica y de su método*. Barcelona: MacGraw - Hill.
- Simposio. (s.f). *Simulación de la dinámica de sistemas*. Obtenido de Simposio.
- Superintendencia de Compañías. (2015). <http://www.supercias.gob.ec/portal/>.

Taylor, M. J. (2008). *Origin of System Dynamics: Jay W. Forrester and the History of System Dynamics*. Obtenido de <http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/start.htm>

Torres, S., & Lechón, F. (2006). *Feedback Processes in Economic Growth*. España.

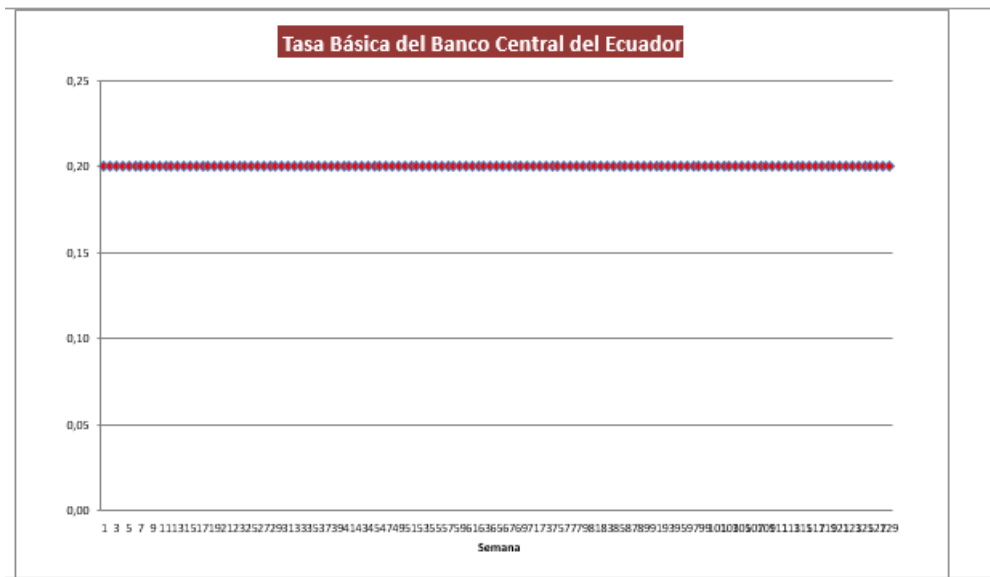
ANEXOS

Anexo A. Depósitos del sector privado



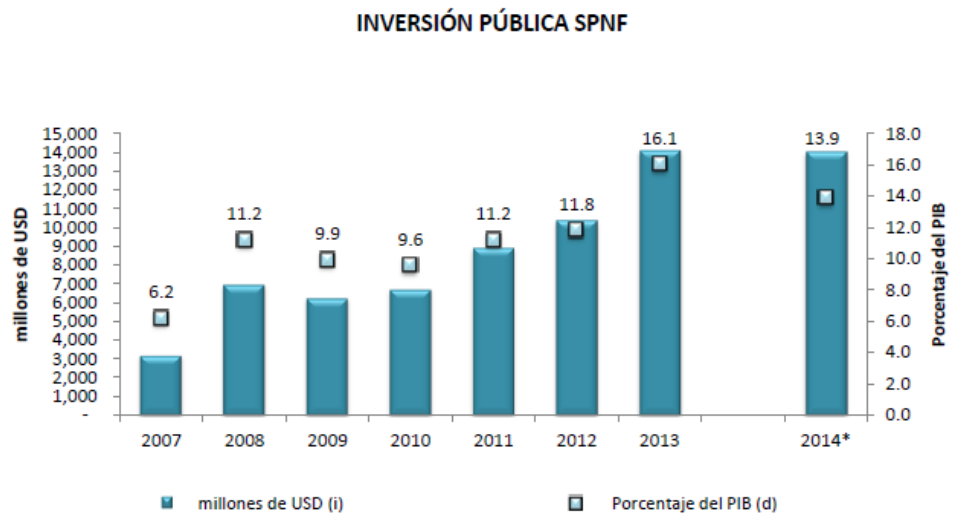
Fuente Banco Central

Anexo B. Tasa básica del Banco Central del Ecuador



Elaborado Banco Central del Ecuador

Anexo E. Inversión pública



Elaborado Banco Central del Ecuador