



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS**

## **TEMA:**

“Modelo de equilibrio general dinámico estocástico para medir la desigualdad económica en el Ecuador”

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN  
ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS**

## **AUTOR:**

Eduardo Andrés Vaca Galeano

## **DIRECTOR:**

Econ. Cristian Paúl Andrade Chaguaro

**Ibarra - Ecuador**

**2020**

## **Resumen**

El objetivo de esta investigación es determinar un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para el análisis de la desigualdad económica en la economía ecuatoriana. El modelo fue construido con dos clases de hogares, el primero son los capitalistas con capacidad de acumular activos y el segundo son los trabajadores quienes ofertan su mano de obra. Los resultados hallados, son que las dos clases de familias obtienen diferentes ingresos al tener impactos positivos tanto en el empleo como en la productividad, afectando a los coeficientes de desigualdad en el tiempo. Así como también, se muestra que si el gobierno se plantea reducir la desigualdad lo debe hacer a un tipo en específico siempre y cuando esta pertenezca al percentil más bajo. Finalmente, el modelo tuvo una lenta convergencia entre los valores estimados y los reales, así como también la distribución de los ingresos es mucho mayor en la economía real que la simulada a partir del modelo base. Obteniendo estimaciones ineficientes de los índices de desigualdad económica.

**Palabras clave:** Modelos DSGE, Desigualdad, Agentes Heterogéneos, Ecuador.

## Abstract

The objective of this research is to determine a stochastic dynamic general equilibrium model for the analysis of economic inequality in the Ecuadorian economy. The model was constructed with two types of households, the first being capitalists with the capacity to accumulate assets and the second being workers who offer their labor. The results show that the two types of families obtain different incomes by having positive impacts on both employment and productivity, affecting the coefficients of inequality over time. It is also shown that if the government intends to reduce inequality, it must do so at a specific rate as long as it belongs to the lowest percentile. Finally, the model had a slow convergence between estimated and real values, as well as the distribution of income is much greater in the real economy than that simulated from the base model. Obtaining inefficient estimates of the indexes of economic inequality.

**Keywords:** Models DSGE, Inequality, Heterogeneous Agents, Ecuador.

Victor Rodry  
[Handwritten signature]



## AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, EDUARDO ANDRÉS VACA GALEANO, portador de la cédula de ciudadanía N° 100369930-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría **“MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL DINÁMICO ESTOCÁSTICO PARA MEDIR LA DESIGUALDAD ECONÓMICA EN EL ECUADOR”**, es de mi auditoría, al igual que los resultados obtenidos. Así mismo, declaro que el trabajo no ha sido presentado para ningún otro fin académico y que toda la bibliografía consultada está incluida en el documento.



Eduardo Andrés Vaca Galeano

C.I. 1003699301

## CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En la calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por el egresado EDUARDO ANDRÉS VACA GALEANO, para optar por el título de INGENIERÍA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS, cuyo tema es **“MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL DINÁMICO ESTOCÁSTICO PARA MEDIR LA DESIGUALDAD ECONÓMICA EN EL ECUADOR”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que designe.

En la ciudad de Ibarra a los 5 días del mes de febrero del 2020



.....  
Econ. Cristian Paúl Andrade Chaguaro

**Director de Tesis**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100369930-1		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	VACA GALEANO EDUARDO ANDRÉS		
<b>DIRECCIÓN:</b>	AV. 17 DE JULIO.		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:eavgaleano@gmail.com">eavgaleano@gmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	XXXXX	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0963211201

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL DINÁMICO ESTOCÁSTICO PARA MEDIR LA DESIGUALDAD ECONÓMICA EN ECUADOR
<b>AUTOR (ES):</b>	VACA GALEANO EDUARDO ANDRÉS
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	05 DE FEBRERO DEL 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERO EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	ECON. CRISTIAN PAUL ANDRADE CHAGUARO

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 5 días del mes de febrero de 2020

**EL AUTOR:**



---

Eduardo Andrés Vaca Galeano

C.I. 1003699301

“...no es fácil entender, en un mundo como el nuestro dominado por el *homo oeconomicus*, la utilidad de lo inútil y, sobre todo, la inutilidad de lo útil (¿cuántos bienes de consumo innecesarios se nos venden como útiles e indispensables?) ... La mirada fija en el objetivo a alcanzar no permite ya entender la alegría de los pequeños gestos cotidianos ni descubrir la belleza que palpita en nuestras vidas: en una puesta de sol, un cielo estrellado, la ternura de un beso, la eclosión de una flor, el vuelo de una mariposa, la sonrisa de un niño. Porque, a menudo, la grandeza se percibe mejor en las cosas más simples.”

*Nuccio Ordine (2013)*



## Agradecimientos

A *Dios* prueba de un amor infinito y real.

A mi madre, *Clemencia Galeano*, por sus consejos, su protección, su tiempo, su apoyo incondicional y su muestra de amor.

A mis hermanas, *Jhova* y *Jenny*, quienes han sido mis pilares de alegría y enseñanza durante toda mi vida; a mis amigos, “*los sanganos*”, que me han demostrado que la amistad es real y desinteresada; a *Henry* y *Gustavo*, quienes por sus consejos y ejemplo de vida ha sido fuente de inspiración para mí; a mis primos, *Geovanny* y *Alex*, quienes han compartido parte de mi vida y me han ayudado a mejorar como persona; a mi hermano *Ronny*, que sin duda llenas de alegrías mis días y sueño con verte triunfante en tu vida; a mi sobrina *Katherin*, quien llena de alegría nuestro hogar.

A mis amigos, *Yese* y *Joshe*, con quienes estaré muy agradecido por enseñarme y apoyarme en gran parte de mi etapa universitaria. Muchas gracias por su tiempo brindado y su cariño.

A mi tutor, el profe *Cristian Andrade*, por sus consejos y compromiso para guiarme en mi etapa de investigación. Mi gratitud y agradecimiento.

## Dedicatoria

Dedicado a *Karolina Camacás*, quién gracias a su amor y dulce presencia, me ayudado a mejorar como persona día a día.

*-24 de octubre de 2019-*

## Índice de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
Planteamiento del problema.....	1
Justificación .....	2
Objetivos .....	4
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos.....	4
Hipótesis.....	4
Resumen de la estructura.....	4
<b>Capítulo I: Marco Teórico</b> .....	5
1.1 Evolución del modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE). .....	5
1.2 Desigualdad económica en los modelos macroeconómicos .....	6
1.3.1 Modelo de mercados incompletos .....	9
1.3.2 Las expectativas racionales de los hogares.....	11
1.4 Modelo de desigualdad.....	12
1.5 Evidencia empírica de los modelos de equilibrio general dinámico estocástico para medir la desigualdad.....	13
1.5.1 Estados Unidos .....	13
1.5.2 Brasil.....	19
<b>Capítulo II: Metodología de la investigación</b> .....	20

2.1 Descripción del modelo.....	20
2.2 Hogares.....	21
2.2.1 Hogares capitalistas .....	21
2.2.2 Hogares trabajadores .....	24
2.2 Empresas .....	25
2.3 Gobierno.....	26
2.4 Agregados económicos y equilibrio de la economía.....	26
2.5 Construcción de distribuciones e índices de desigualdad .....	28
2.5.1 Índice de Gini .....	28
2.5.2 Índice de Theil .....	29
2.5.3 Ratios de ingreso .....	30
2.6 Métodos de solución del modelo.....	30
2.6.1 Orden de aproximación .....	31
2.6.2 Solución de funciones de políticas individuales.....	31
2.6.3 Ley de moción agregada.....	31
2.7 Calibración del modelo base .....	33
<b>Capítulo III: Análisis y discusión de los resultados .....</b>	<b>36</b>
3.1 Resultados del modelo .....	36
3.2 Funciones de impulso respuesta.....	38
3.2.1 Perturbaciones idiosincrásicas .....	38

3.2.2 Perturbaciones de la productividad agregada .....	42
3.3 Simulación de los índices de desigualdad económica.....	43
3.4 Políticas de redistribución .....	50
<b>Conclusiones</b> .....	50
<b>Bibliografía</b> .....	53
<b>Anexos</b> .....	59

## Índice de Tablas

Tabla 1: Modelo de desigualdad para Estados Unidos .....	14
Tabla 2: Modelo base – Valores de la calibración para la economía de Estados Unidos.....	15
Tabla 3: Modelo base – Valores de la calibración para la economía brasileña .....	19
Tabla 4: Modelo base – Valores de la calibración de los parámetros.....	34
Tabla 5: Valores estacionarios del modelo base .....	37
Tabla 6: Simulación de los agregados e índices de desigualdad .....	44
Tabla 7: Indicadores de los coeficientes de Gini .....	46
Tabla 8: Valores de la descomposición de Theil. ....	48
Tabla 9: Valores de los percentiles .....	49

## Índice de Figuras

Figura 1: Perturbaciones positivas en el empleo de los capitalistas. ....	38
Figura 2: Perturbaciones positivas en el empleo de los trabajadores.....	41
Figura 3: Perturbaciones positivas de la productividad en la economía. ....	42

## **Índice de Anexos**

Anexo 1. Códigos de Matlab .....	59
Anexo 2. Códigos de Julia .....	67
Anexo 3. Valores de los parámetros simulados en estado estacionario.....	73
Anexo 4. Valores Nuevos de la ley de movimiento de capital en estado estacionario .....	73

## **Introducción**

### **Planteamiento del problema**

El crecimiento de la desigualdad económica ha sido constante en las últimas décadas, sin embargo, este incremento se da a distintas velocidades para todo el mundo. Para el 2016 el 22% del ingreso nacional mundial es percibido por el 1% de mayores ingresos, en contraste con 1980 que era tan solo del 16%, mientras que el 50% de la población más pobre recibe actualmente tan solo el 10% de los ingresos, obteniendo tan solo un aumento del 2% en 36 años (Blanchet et al., 2018). En América Latina la desigualdad de la distribución de ingresos se ha reducido desde principios de la década de los 2000, sin embargo, el ritmo de reducción se ha desacelerado para el 2016 obteniendo niveles similares a los del 2014. No obstante, el quintil más rico en el 2016 ha captado el 45% de los ingresos, mientras que el quintil de menores recursos capta apenas el 6% de los ingresos totales (OCDE, CAF, CEPAL, 2018). En Ecuador en el 2018 el 10% más rico acumula aproximadamente 60% de los ingresos totales, mientras que el 10% más pobre recibe tan solo un 7% (Banco Central del Ecuador, 2018). En cuanto al índice de Gini, el cual toma valores entre 0 (representa ausencia de desigualdad) y 1 (representa la desigualdad máxima), se encuentra en un promedio de 0.45 para el año 2018 (INEC, 2018). A pesar de las políticas de distribución del gobierno, el Ecuador continua presentando un alto índice de desigualdad junto con el resto de países de América Latina los cuales presentan un promedio del índice de Gini del 0.49 (OCDE et al., 2018). Por tal razón es importante tomar en cuenta la desigualdad económica como una variable importante en los modelos macroeconómicos, los cuales pretenden describir la economía y así evaluar decisiones de política económica con el fin de reducir la inequidad entre la sociedad.

Los modelos de equilibrio general dinámicos estocásticos (DSGE) en su estado tradicional tienen como principal propósito la simulación de una economía real para poder realizar

evaluaciones tanto de políticas fiscales como monetarias tomadas por el gobierno. Sin embargo, con la problemática actual del aumento de desigualdad económica, uno de los principales papeles del gobierno es tratar de tomar decisiones en materia de política económica orientada a la reducción de la inequidad. Para ello es necesario aproximarse a un modelo que explique la desigualdad económica incorporando agentes heterogéneos que difieran en la capacidad de acumular activos que puedan crear ingresos extras para las familias. Con ello, poder replicar distintas distribuciones de ingresos entre las familias incorporando perturbaciones positivas en el empleo y en la productividad. Por su parte, Preston y Roca (2007) incorporan la heterogeneidad en los agentes para analizar la evolución de la distribución de la riqueza por medio del método de orden de aproximación. Este enfoque permite describir el comportamiento de los agregados económicos frente a los impactos del empleo idiosincrásico positivo, el cual permite crear una especie de desigualdad basada en la distribución de ingresos a lo largo del tiempo. Por otro lado, el uso de los modelos que limitan la participación en los mercados clasifica a los hogares en dos tipos, por un lado, los hogares capitalistas con capacidad de acumular activos, y por el otro, los hogares trabajadores quienes destinan todos sus ingresos al consumo.

### **Justificación**

Las últimas investigaciones de la modelización DSGE en las que se ha incorporado la variable de desigualdad ha sido realizado por Acedański (2017) quien examinó un modelo, para tratar de revelar el impacto de las expectativas de la heterogeneidad en la desigualdad de la riqueza de la economía. Los resultados mostraron que el impacto de la heterogeneidad de las expectativas sobre la desigualdad de la riqueza es sensible a la parametrización del modelo. Por su parte, Beviláqua (2017) analizó los efectos de la desigualdad de ingresos en la economía brasileña por medio de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, el cual presenta características de dos agentes



heterogéneos quienes se diferencian por sus preferencias intertemporales y de propiedad de capital. El resultado en el modelo mostró que dentro de una economía con un alto grado de volatilidad en el empleo tanto para las familias trabajadoras como para los capitalistas tienden a formar más desigualdad entre las dos clases. La clase más perjudicada dentro de una perturbación del empleo son las familias trabajadoras puesto que ellos no cuentan con un seguro ex post dentro de la economía. En adición, Caiani, Russo, y Gallegati (2016) quienes analizaron la relación entre la desigualdad y el desarrollo económico a través de un modelo consistente de flujo de agentes basado en acciones en el cual los trabajadores se han diferenciado en cuatro clases que compiten en un mercado de trabajo segmentado, y donde la demanda de las empresas para cada tipo de trabajadores se ve afectado por su posición jerárquica, con el objetivo de tener un impacto en la distribución de los ingresos y la riqueza dentro de los patrones del consumo. Los resultados del experimento es que los esquemas de impuestos progresivos y medidas que dinamizan los salarios de los trabajadores de bajo y medio nivel sirven para estimular el desarrollo económico y reducir la desigualdad económica.

Por lo tanto, es posible replicar un modelo de desigualdad con dos agentes heterogéneos que difieran en la tenencia de activos y en las preferencias intertemporales de cada hogar, esto permitirá una distribución de los ingresos distintos para las dos clases a lo largo del tiempo y una diferente capacidad de ahorro para las familias respectivamente. Por su parte, el gobierno tendrá la capacidad de recaudar ingresos vía impuestos y redistribuir a la clase trabajadora con el fin de disminuir la desigualdad económica por medio de políticas distributivas. Con base en este contexto el objetivo de la investigación es determinar un modelo de equilibrio general dinámico estocástico que permita medir la desigualdad económica para el Ecuador.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para medir la desigualdad económica en el Ecuador para el año 2018.

### **Objetivos específicos**

- Estimar el modelo de equilibrio general dinámico estocástico para medir la de desigualdad económica.
- Analizar el comportamiento de las variables agregadas a las perturbaciones positivas de empleo y productividad en los hogares capitalistas y trabajadores.
- Simular distintos escenarios de tipos impositivos y evaluar los efectos sobre los índices de desigualdad.

### **Hipótesis**

$H_0$ : El modelo de equilibrio general dinámico estocástico replica adecuadamente los índices de desigualdad económica para el Ecuador bajo el supuesto de una economía cerrada.

$H_1$ : El modelo de equilibrio general dinámico estocástico no replica los índices de desigualdad económica para el Ecuador bajo el supuesto de una economía cerrada.

### **Resumen de la estructura**

El resto del trabajo está dividido de la siguiente manera: en la primera sección se describe la evolución de los modelos de equilibrio general dinámicos estocásticos hasta llegar a los modelos macroeconómicos de la desigualdad, se describe la desigualdad económica en los modelos macroeconómicos, los modelos de desigualdad y sus características principales. La segunda sección describe la construcción del modelo, el método de simulación y estimación, y la

calibración del modelo para la economía ecuatoriana. La tercera parte presenta los resultados obtenidos a partir de la calibración del modelo. Finalmente, la última sección se presentan algunas conclusiones relevantes de la investigación.

## **Capítulo I: Marco Teórico**

### **1.1 Evolución del modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE).**

La modelación macroeconómica ha formado parte importante durante la historia de la economía. Varios han sido los intentos para poder pronosticar hechos macroeconómicos con el fin de tomar mejores decisiones en materia de política monetaria, fiscal y financiera. Los modelos DSGE se caracterizan por tener una cantidad significativa de ecuaciones con parámetros macroeconómicos que tienen el objetivo primordial de analizar y evaluar el comportamiento de los ciclos reales de la economía (Slanicay, 2014).

El primer modelo formalizado fue desarrollado por Ramsey (1927, 1928), quien contribuyó a los avances para el análisis de la macroeconomía moderna. Los modelos DSGE retoman con mayor importancia a partir del trabajo de Kydland y Prescott (1982) quienes utilizaron la teoría del crecimiento neoclásico<sup>1</sup> con el fin de estudiar los ciclos económicos con las fluctuaciones de la productividad. Entre los principales resultados que se obtuvo bajo los supuestos es que fueron suficientes para transmitir hechos estilizados<sup>2</sup> de los ciclos económicos de Estados Unidos. Por otro lado, hace énfasis en que la influencia no se encuentra tan solo de lado de la oferta (variables reales) como mecanismo de impulso (productividad) sino en aquellas causadas por las fluctuaciones del lado de la demanda y de las variables nominales. Por su parte, Baxter y King

---

<sup>1</sup> El crecimiento neoclásico modificado por Kydland y Prescott (1982) tomaba en cuenta el supuesto de la construcción del capital en varios periodos y no solo uno, como era tomado naturalmente. Además, consideraron que la función de utilidad no debe ser separable temporalmente.

<sup>2</sup> El término “hechos estilizados” se utiliza para representar las regularidades empíricas observadas en las propiedades estadísticas de las series de tiempo (Snowdon & Howard, 2005)

(1993) evaluaron los efectos de la política fiscal a través de los modelos DSGE, en donde no se considero un choque de productividad que comunmente se realiza en las simulaciones de una política monetaria y este fue reemplazado por perturbaciones de gasto público y de inversión pública. El principal resultado del experimento es que ante el aumento de la inversión pública este tiene efectos drámaticos en la producción y la inversión privada. Es decir, que si el Estado pretende aumentar el rol participativo en la economía este tiende a tener mayor protagonismo en la dinamica de la economía, disminuyendo significativamente las inversiones privadas y afectando negativamente a la producción total de la economía real. A partir de la investigación realizada anteriormente surge mayor interés en evaluar las políticas fiscales mediante los modelos DSGE, en especial en analizar los efectos del gasto público sobre el consumo y la inversión.

Sin embargo, tras el aumento significativo de la desigualdad económica en el mundo se han visto en la necesidad de incorporar variables a los modelos macroeconómicos como: los ingresos, la heterogeneidad<sup>3</sup>, las expectativas racionales de los hogares<sup>4</sup> y los coeficientes de desigualdad económica (García, 2019). El motivo de la adición de estas variables es tratar de replicar una economía real en el cual la distribución de los ingresos en los hogares sea diferente en el tiempo, con el fin de evaluar políticas fiscales dirigidas a reducir la desigualdad económica producida en una economía.

## **1.2 Desigualdad económica en los modelos macroeconómicos**

La desigualdad económica parte de un conjunto de diferencias de ingresos a las que se enfrentan las sociedades en el transcurso del tiempo. Por ello, Piketty y Cantante (2018) describen a la

---

<sup>3</sup> La variable de heterogeneidad hace referencia a los distintos tipos de hogares que pueden existir en una economía. Es decir, en este caso un hogar puede tener la capacidad de adquirir un bien, a diferencia de otro hogar que le es imposible adquirir cualquier tipo de activo que le permita tener un ingreso extra en la economía.

<sup>4</sup> Las expectativas racionales son aquellas que permiten diferenciar la capacidad de paciencia entre hogares. Es decir, un hogar con mayores ingresos puede ser más paciente que uno que cuenta con un ingreso mínimo.

desigualdad económica como una descomposición entre la riqueza y los ingresos parcialmente relacionados entre sí. Es decir, que cuando la riqueza se concentra en los quintiles más ricos refuerza la desigualdad por ingresos, mientras que la concentración de los ingresos a largo plazo permite generar mayor desigualdad en la riqueza. Por lo tanto, el aumento de la desigualdad económica puede generar consecuencias económicas, políticas y sociales (Atkinson, Leventi, Nolan, Sutherland, Tasseva, 2017). Para contrarrestar la desigualdad económica es necesario establecer políticas distributivas (Atkinson et al., 2017; Jiménez, 2015; Piketty Cantante, 2018; Stiglitz, 2018). Es decir, si el gobierno intenta reducir la desigualdad económica esto significa que tiene que reducir un quintil en específico por medio del aumento de gasto público o transferencias monetarias en forma de bonos. En contraste, Sen (1999) menciona que evaluar las políticas tomadas para reducir la desigualdad económica es considerablemente complicado porque plantea un sin número de características del ser humano y no particularmente solo los ingresos percibidos por los hogares individualmente.

Las sociedades están formadas por seres humanos que difieren entre sí de muchas maneras (Sen, 1992). Precisamente las diferentes características personales generan por un lado la desigualdad fundamental y por el otro lado la desigualdad económica. El primer tipo, es la desigualdad fundamental la cual se encuentra relacionado con la naturaleza heterogénea de los seres humanos (por ejemplo, edad, genero, estado de salud educación) y el segundo es el resultado del primero con inclusión de la riqueza, los ingresos, y el consumo<sup>5</sup> (Sen, 1992). En sí, los distintos tipos de desigualdad se hacen en base de política y medición, ya que es más fácil cuantificar los índices de

---

<sup>5</sup> El pensamiento fundamental de la desigualdad económica para Sen (1992) está influenciada precisamente en el caso Atkinson, “bienestar” social.

desigualdad por medio de los ingresos, y el consumo, pero no es fácil medir y comparar las distintas capacidades humanas (estado de salud, habilidades sociales, entre otros).

La modelización DSGE divide a la desigualdad en dos tipos distintos de variables por un lado las exógenas y por el otro las endógenas. Es decir, la desigualdad fundamental es la variable exógena, la cual influye en la selección de las alternativas utilizadas en la modelización (suposiciones sobre la función utilidad de los hogares, variables seleccionadas, entre otros). En cambio, la desigualdad por ingresos o consumo se da como la parte de salida, en otras palabras, es una variable dependiente o de resultado que se obtiene en el modelo.

Evidentemente, la desigualdad fundamental es un determinante importante dentro de la elección de los insumos para crear en el modelo la desigualdad por resultados (desigualdad en la producción). Como en el caso de King y Rebelo (2000) quienes utilizan un modelo clásico de agentes representativos en un RBC<sup>6</sup>, demuestran que si no existen desigualdad por el lado de las variables exógenas, no puede haber desigualdad en el lado de los resultados. Por otro lado, Chatterjee (1994) y Caselli y Ventura (2000) examina un modelos neoclásico con agentes que difieren ex ante idénticos de dotaciones de riqueza y capital humano. Permitiendo que los agregados económicos (participación de trabajo, empleo, años de escolaridad) tengan impactos directos sobre la desigualdad (coeficiente de Gini) (García, 2019). Por ende, al momento de modelar la desigualdad es importante el lado de los insumos (variables exógenas) ya que tendrán o no un impacto directo en el índice de Gini u otro coeficiente de desigualdad.

---

<sup>6</sup> Ciclos Reales de Negocios por sus siglas en ingles Real Bussines Cycle. Generalmente este tipo de modelos permiten estudiar los ciclos económicos reales de una economía bajo los efectos de diversos choques o perturbaciones, entre los más estudiados se encuentran los de productividad. El principal fin de estos modelos es la capacidad de replicar los hechos estilizados de una economía.

### **1.3.1 Modelo de mercados incompletos**

Los modelos “Bewley” estudian los procesos estocásticos de los ingresos individuales y los choques salariales sin seguro. Permitiendo que los hogares minimicen el consumo con la tenencia de activos sin riesgo ante los choques de productividad (García, 2019). Los primeros estudios fundamentados por Bewley (1977), suelen denominarse modelos de mercados incompletos. Estos modelos permiten que todos los individuos tengan las mismas oportunidades (todos son iguales) en un estado inicial, con el paso de un tiempo determinado la desigualdad obtenida en el modelo es solo el resultado de un estado natural estocástico de la economía. A posteriori, Aiyagari (1994) identificó la dinámica de la riqueza en los individuos, dados por la distribución de los ingresos individuales en los hogares dentro de la modelización. Por su parte, Krusell y Smith Jr (1997) y Cagetti y De Nardi (2006) contribuyen con modelos que tienen la capacidad de replicar hechos estilizados y posteriormente evaluar políticas fiscales, monetarias y financieras en un momento dado dentro de la economía. En la investigación de Krusell y Smith Jr (1998) modelaron un parámetro de distribución sobre las preferencias de los hogares a lo largo del tiempo, el resultado es una brecha importante en la utilidad de los individuos generando desigualdad por ingresos. Además, los modelos evaluaban los cambios en la distribución de ingresos de los hogares por distintos mecanismos (heterogeneidad de preferencia, transmisión de herencias, acumulación del capital humano, entre otros.) (Cagetti De Nardi, 2006; De Nardi, 2015; De Nardi, French, Jones, 2006), con el fin de poder comprender la desigualdad a lo largo del tiempo.

Este tipo de modelos permiten distintas perturbaciones heterogéneas. Las investigaciones de Postel - Vinay y Turon (2010) y Lise (2011) añaden la heterogeneidad en el mercado laboral,

donde una fluctuación en el mercado de trabajo permite registrar si un hogar es contratado o no<sup>7</sup>. Por otra parte, los trabajos de Huggett (1996) y Huggett, Ventura, y Yaron (2011) representan la heterogeneidad con respecto a la edad y al capital humano respectivamente. Permitiendo identificar la acumulación de la educación en los hogares y por resultado obtener mayores ingresos a lo largo del tiempo. Otro tipo de heterogeneidad es el estado de salud, si bien es cierto este no se puede modelar per se, pero representa una variable importante la cual puede repercutir en el comportamiento de ahorro y de los ingresos de los hogares (De Nardi et al., 2006).

Sen (1999) menciona que la privación del desarrollo de las capacidades humanas evidencia la pobreza, implicando desigualdad entre los individuos. En otras palabras, las habilidades pueden influenciar significativamente en la diferenciación entre una persona u otra. La investigación de Quadrini (2000) analizó el comportamiento de los hogares con ciertas diferencias; en primer lugar, da la oportunidad de ser propietario de un activo o no, y por último, relacionó la movilidad<sup>8</sup> a través de la acumulación del capital en el tiempo. El resultado es una concentración en la riqueza de los hogares, generando diferenciación entre la sociedad. La investigación de Huggett et al (2011) evidenció que la acumulación del capital humano (años de escolaridad) genera mayores ingresos entre la sociedad, aumentando la riqueza de las personas que eligen estudiar y diferenciándose económicamente de los que no eligieron estudiar. Es decir, que si las capacidades humanas (estudios) son desarrollados, estos pueden generar una diferencia de ingresos entre los distintos tipos de hogares. Finalmente, las diferentes capacidades también pueden manifestarse por la negación del acceso a los mercados financieros a una parte de la población. Este supuesto de

---

<sup>7</sup> Por lo general este tipo de modelos utiliza una cadena idiosincrásica de Markov en el cual los agentes heterogéneos siguen un proceso estocástico en el que la probabilidad de que ocurra un evento depende inmediatamente del anterior.

<sup>8</sup> La movilidad se encuentra en función de la acumulación del capital, es decir, es una especie de seguro personal. Cuando un hogar recibe choques positivos en su salario este acumula activos.



participación limitada a los mercados de activos “LAMP”<sup>9</sup> genera una significativa brecha de desigualdad de ingresos y consumo, porque limita a las personas acceder a un préstamo bancario, compra de acciones y bonos dentro de una economía (Areosa Areosa, 2016; Guvenen, 2006; Motta Tirelli, 2012; Swarbrick, 2012). Implicando que solo los ricos puedan acceder a tomar prestamos, comprar acciones y bonos, mientras que los pobres deben vivir solo con los ingresos laborales.

### **1.3.2 Las expectativas racionales de los hogares**

Las expectativas de los hogares son heterogéneas y son importantes para explicar diversos fenómenos económicos. Esto significa que por pequeñas que sean las expectativas entre los hogares puede dar lugar a una desigualdad sustancial en los ingresos o en la riqueza (Acedański, 2017). La explicación es que las expectativas de los hogares heterogéneos afectan directamente a las tasas de ahorro, obligando a los hogares con ingresos bajos y sin activos tiendan ahorrar mucho menos que los hogares con mayores ingresos y que acumulan capital. Tomando en consideración que las personas toman decisiones constantes a lo largo de su vida y en función de sus preferencias, es de suponer que las personas pueden trabajar más horas y ahorrar más que otras personas, simplemente porque algunos hogares son más pacientes que otros, el resultado es que pueden acumular mayores ingresos y por consecuencia aumentar su riqueza (Acedański, 2017). En definitiva, la necesidad de implementar la variable de las expectativas racionales en el modelo es necesario para poder replicar el comportamiento de los hogares heterogéneos.

La heterogeneidad es fácilmente agregable en un modelo que presenta diferentes grupos identificables de agentes. La investigación de Heathcote, Storesletten, y Violante (2008) implementa un modelo en donde los individuos tienen diferentes expectativas, por ejemplo; la

---

<sup>9</sup> Participación limitada en el mercado de activos o en sus siglas en inglés “Limited Asset Market Participation”

aversión al riesgo es diferente tanto para las mujeres como para los hombres. Por su parte, Krusell y Smith Jr (1997) aplican otra forma de incluir la heterogeneidad de las expectativas, utilizando una distribución estadística en función de un parámetro dado<sup>10</sup>. En este caso los agentes tienen el supuesto LAMP para generar una distribución de los ingresos diferentes para cada tipos de hogares, generando una brecha importante en la desigualdad.

#### **1.4 Modelo de desigualdad**

Troch (2014) propone una modificación del modelo de Ranciere y Kumhof (2010) el cual pretende construir un complejo mecanismo de transmisión que pueda crear desigualdad como parte del resultado. El modelo de desigualdad es una combinación dos divisiones. El primero de los modelos es de agentes heterogéneos con choques idiosincrásicos no asegurables y perturbaciones de productividad fundamentados en Bewley (1977) y resuelto computacionalmente por De Nardi (2015), la incorporación de este modelo permitirá distribuir los ingresos individuales a dos diferentes hogares dentro de la economía con preferencias intertemporales distintas. Y la otra división, utiliza un supuesto LAMP en este caso generando dos tipos de agentes representativos (un hogar con activos y el otro sin activos) con expectativas racionales diferentes. En este caso se espera que la desigualdad en el resultado pueda estar influenciada por la distribución en los ingresos de los hogares, las horas de trabajo de los individuos y la acumulación de los activos en el tiempo. Los resultados de las perturbaciones positivas del empleo y la productividad es que puedan replicar hechos estilizados de una economía real y simular la medición de los coeficientes de desigualdad económica.

---

<sup>10</sup> El parámetro dado utilizado por Krusell y Smith (1997) hace referencia a la preferencia temporal de los hogares, es decir, cada hogar cuenta con diferente paciencia a la hora de consumir o realizar un tipo de inversión.

En definitiva, el modelo de desigualdad funciona de manera simple dentro de la economía, en donde interaccionan hogares, empresas y el gobierno. La función principal de los hogares es maximizar sus ingresos obtenidos tanto por alquiler de su mano de obra como por la acumulación de activos que le permitan incrementar sus ingresos. Por su parte, las empresas ofrecen servicios y contratan mano de obra, así como también ofrece rendimientos de capital a los dueños tenedores de activos. Finalmente, el gobierno se encarga de recaudar ingresos que generan los hogares más ricos y redistribuirlos en forma de transferencias directas (bonos) a los hogares más pobres, con el principal objetivo de reducir la desigualdad de los ingresos generados en el tiempo.

### **1.5 Evidencia empírica de los modelos de equilibrio general dinámico estocástico para medir la desigualdad**

En el Ecuador los estudios de modelos macroeconómicos que tengan como característica el replicar los coeficientes de desigualdad, son nulos. Sin embargo, existen estudios para economías como del estado unidense, y la brasileña

#### **1.5.1 Estados Unidos**

Para Estados Unidos la calibración de los parámetros se hicieron en base a la encuesta nacional para los Estados Unidos, en el cual se tomó en cuenta los estudios realizados por Ranciere y Kumhof (2010), quienes propusieron un modelo capaz de crear desigualdad entre dos tipos de clases.

En la siguiente tabla 1 se presenta las ecuaciones del modelo para replicar los hechos estilizados y la calibración de los parámetros (tabla 2) para la economía de los Estados Unidos:

**Tabla 1:** *Modelo de desigualdad para Estados Unidos*

Nro.	Nombre de la variable	Modelo matemático
1	Ecuación de Euler para los capitalistas	$c_{c,i,t}^{-y_c} = \frac{2\phi}{a_{i,t+1}^3} + \beta_c c_{c,i,t+1}^{-y_c} (1 + (1 - \tau)r_{t+1} - \delta)$
2	Ratio de interés	$r_t = \alpha z_t k_t^{\alpha-1} l_t^{1-\alpha}$
3	Salario	$w_t = (1 - \alpha) z_t k_t^\alpha l_t^{-\alpha}$
4	Restricción presupuestaria – capitalistas	$c_{c,i,t} + a_{i,t+1} = (1 - \tau)r_t(k_t l_t z_t) a_{i,t} + w_t(k_t l_t z_t) e_{c,i,t} + (1 - \delta)a_{i,t}$
5	Restricción presupuestaria - trabajadores	$c_{w,i,t} = w_t(k_t, l_t, z_t) e_{w,i,t} + T_t$
6	Perturbación de productividad	$z_{t+1} = (1 - \rho_z)\mu_z + \rho_z z_t + \epsilon_{t+1}^z$
7	Ley de moción agregada del capital	$k_{t+1} = \zeta_0 + \zeta_1 k_t + \zeta_2 z_t$
8	Ley de moción agregada del trabajo	$l_t = \mu_e + \frac{(1 - \lambda)\rho_{ez}}{1 - \rho_e} (z_t - \mu_z)$
9	Choque idiosincrásico del empleo - capitalistas	$e_{c,i,t+1} = (1 - \rho_e)\mu_e + \rho_e e_{c,i,t} + \epsilon_{c,i,t+1}^e$
10	Choque idiosincrásico del empleo - trabajadores	$e_{w,i,t+1} = (1 - \rho_e)\mu_e + \rho_e e_{w,i,t} + \rho_{ez}(z_t - \mu_z) + \epsilon_{w,i,t+1}^e$
11	Ingresos de los capitalistas	$y_c = (1 - \tau) r_t a_{i,t} + w_t e_{c,i,t}$
12	Ingresos de los trabajadores	$y_w = w_t e_{w,i,t} + \tau r_t \frac{k_t}{(1 - \lambda)}$

$$i = y_c - c_c$$

**Fuente:** Datos tomados a partir del modelos propuesto por Troch (2014)

**Tabla 2: Modelo base** – *Valores de la calibración para la economía de Estados Unidos*

Parámetros		Descripción	Valor
Gamma	$(\gamma)$	Aversión al riesgo	2.00
Delta	$(\delta)$	Depreciación	0.025
Betta	$(\beta)$	Preferencia temporal	0.98
Alfa	$(\alpha)$	Participación del capital sobre la producción	0.36
Miz	$(\mu_z)$	Productividad – estado estacionario	1.00
Roz	$(\rho_z)$	Ajuste de productividad	0.75
Sigmaz	$(\sigma_z)$	Volatilidad de la productividad	0.013
sigmae1	$(\sigma_{c,e})$	Volatilidad del empleo – capitalistas	0.05
sigmae2	$(\sigma_{w,e})$	Volatilidad del empleo – trabajadores	0.1
Phi	$(\phi)$	Parámetro de barrera	0.05
Rok	$(\rho_k)$	Parámetro inicial para la ley de movimiento de capital	0.70
Mie	$(\mu_e)$	Empleo – estado estable	1.00
Roe	$(\rho_e)$	Ajuste de empleo	0.70
Roetz	$(\rho_{ez})$	Ciclicidad del empleo – trabajadores	0.30
Lambda	$(\lambda)$	Participación de los capitalistas	0.80
Tau	$(\tau)$	Tipo impositivo	0.00

**Fuente:** Valores de calibración del modelo de Troch (2014)

Para el caso de los Estados Unidos, se distribuye a la economía de la siguiente manera; por un lado, fija el 20% de la población a la clase trabajadora, la restante la atribuye a la clase capitalista. Recordando que la clase capitalista no pertenece al 10% de la clase más rica, más bien es una clase capaz de adquirir y acumular activos en la economía. Postula, además, que la participación del capital de Estados Unidos es de un tercio aproximadamente, así como la tasa de depreciación es del 2.5%. La aversión al riesgo de los hogares, parámetro que juega un papel fundamental en la economía está calibrada con dos para los capitalistas y cinco para los trabajadores. Los procesos estocásticos del empleo y la productividad están estandarizados en uno, los coeficientes de ajuste toman valores de 0.75 y 0.7 para los hogares capitalistas y trabajadores respectivamente. Así como la desviación típica de los impactos laborales idiosincrásicos que varían entre 0.1 y 0.05. La iteración entre el empleo y el ciclo económico toma el valor de 0.3. El parámetro de barrera está tomado en referencia al trabajo de Preston y Roca (2007).

Entre los resultados más importantes del modelo se puede observar que la convergencia se aproxima alrededor de las 50 iteraciones para que los coeficientes vuelvan a su estado estable. Tras la función impulso respuesta, la investigación obtiene que tras un impacto positivo en el empleo de los hogares capitalistas estos aumentan dos veces más sus ingresos en función de las horas trabajadas, así como también las familias capitalistas tienen la capacidad de dividir sus ingresos entre la inversión de activos y el consumo, el cual se mantiene constante. Para las familias trabajadoras el aumento de horas de trabajo se traduce en mayores ingresos, lo que en consecuencia genera un mayor consumo.

Para el impacto positivo de la productividad en la economía se obtiene que tanto las familias capitalistas como los trabajadores aumentan marginalmente su capital y trabajo, esto causa un efecto de aumento tanto en la tasa de interés como en los salarios de cada uno. En consecuencia,

los aumentos de los ingresos para cada clase hacen que obtengan ingresos extras dentro de la economía dando como resultado que el empleo idiosincrásico como el total de la mano de obra se incremente. Este resultado implica que el consumo entre las familias aumente de manera significativa en los hogares de los trabajadores, para las familias capitalistas esto implica que pueden acumular mayor cantidad de activos dentro de la economía. Finalmente, no existe un comportamiento permanente del ingreso en los hogares en función del aumento de la productividad, retomando los valores estacionarios fijados inicialmente.

Dentro de los coeficientes de pobreza la primera observación es que cuenta con robustez a todos los valores fijados de la calibración. La segunda es que todos los casos simulados la desigualdad por ingresos es mayor a la desigualdad del consumo. Por lo tanto, se puede observar que la desigualdad por ingresos no se ve afectada por los valores de preferencia temporal, la aversión al riesgo o la participación de la población, afectando así únicamente a la función de producción. Esto es lógico ya que la función de producción divide los ingresos entre el capital y el trabajo, dando como resultado que la única diferencia entre los hogares sean la capacidad de acumular activos en el tiempo.

Por lo tanto, el comportamiento de la distribución de ingresos en la economía está dividida de la siguiente: el trabajo obtiene el 64% de los ingresos y el capital el 36%. Por el otro lado el percentil más bajo recibe el 6.4% de los ingresos totales. Haciendo que la calibración afecte a la cantidad total del capital y la producción en la economía, más no a la distribución entre las dos clases de hogares. Por el contrario, en el consumo total la participación de los trabajadores es del 16% sin que la calibración tenga efecto.

En cuanto, a la paciencia los hogares capitalistas ( $\beta_c$ ) se disponen aceptar tasas más bajas para acumular activos, aumentando su producto marginal de la mano de obra y la acumulación del

capital. La depreciación ( $\delta$ ) hace que los capitalistas inviertan más lo que hace que tengan que reducir el consumo de manera óptima. La aversión al riesgo ( $\gamma_c$ ) por su parte no tiene efecto, porque afecta a la dinámica del modelo más no a los valores del capital. Por su parte, la participación de los trabajadores ( $1 - \lambda$ ) en la economía no tiene efecto sobre las cuotas de ingresos y de consumo en el percentil más bajo.

Dentro de los resultados el coeficiente de Gini no es de 0.2 en comparación a la parte real de la economía de los Estados Unidos que es de 0.87. Este resultado se explica principalmente porque la convergencia es demasiado lenta y la riqueza máxima por parte de los hogares capitalistas está restringida dentro del modelo, contrariamente a lo que pasa en la vida real.

El coeficiente de Theil al igual que el coeficiente de Gini estima de manera sub real obteniendo un valor de 0.004, en su contraparte el valor real es aproximadamente de 0.02. Sin embargo, el principal uso del índice de Theil es la descomposición de la desigualdad de la población dentro de la economía.

Por otra parte, cuando el gobierno toma como objetivo eliminar la desigualdad este tiene la capacidad de reducir la desigualdad por consumo de la proporción de trabajadores (20% más pobre) con una tasa impositiva del 10% con la pérdida de la producción de un 5.74%. Sin embargo, las políticas de redistribución de los impuestos solo pueden disminuir la desigualdad de los hogares que no poseen capital, más no la desigualdad entre las clases el cual tiene el 50% de composición dentro de la economía.



### 1.5.2 Brasil

Para la economía brasileña, se calibra el modelo de acuerdo a la línea base de la siguiente tabla 3:

**Tabla 3:** Modelo base – Valores de la calibración para la economía brasileña

Parámetros		Descripción	Valor
gamma	$(\gamma)$	Aversión al riesgo	2.00
delta	$(\delta)$	Depreciación	0.03
beta	$(\beta)$	Preferencia temporal	0.98
alfa	$(\alpha)$	Participación del capital sobre la producción	0.36
miz	$(\mu_z)$	Productividad – estado estacionario	1.00
roz	$(\rho_z)$	Ajuste de productividad	0.75
sigmaz	$(\sigma_z)$	Volatilidad de la productividad	0.01
sigmae1	$(\sigma_{c,e})$	Volatilidad del empleo – capitalistas	0.05
sigmae2	$(\sigma_{w,e})$	Volatilidad del empleo – trabajadores	0.10
phi	$(\phi)$	Parámetro de barrera	0.05
rok	$(\rho_k)$	Parámetro inicial para la ley de movimiento de capital	0.70
mie	$(\mu_e)$	Empleo – estado estable	1.00
roe	$(\rho_e)$	Ajuste de empleo	0.70
roez	$(\rho_{ez})$	Ciclicidad del empleo – trabajadores	0.30
lambda	$(\lambda)$	Participación de los capitalistas	0.80
tau	$(\tau)$	Tipo impositivo	0.00

**Fuente:** Datos tomados de Beviláqua (2017)

El objetivo es que el parámetro del modelo pueda replicar características de una economía real. Para la economía brasileña según datos empíricos es normal que la depreciación del capital este en alrededor del 3%, por lo cual, se toma en cuenta este valor al momento de estandarizar los parámetros.

Los resultados del modelo muestran que la convergencia establecida es del 10%, con ello se obtienen nuevos coeficientes de la ley de movimiento de capital después de 100 iteraciones. Por lo cual, al momento de tener un impacto positivo en el empleo se establece que el choque desaparece durante los diez primeros periodos en la economía. Sin embargo, la perturbación positiva del empleo muestra que las horas trabajadas aumentan conjuntamente con el ingreso, aumentando la probabilidad de más inversión que conlleva a incrementar el inventario en activos para los hogares capitalistas. Por su parte, las familias trabajadoras tienen más horas trabajadas, lo que implica que sus ingresos y consumo sean mayores.

Por otra parte, Beviláqua (2017) realiza 12 experimentos con calibraciones distintas. El resultado muestra que la introducción de los impuestos efectivamente tiene efectos positivos ante la reducción de los índices de Gini, sobre todo en la desigualdad de consumo.

## **Capítulo II: Metodología de la investigación**

Para determinar la desigualdad en Ecuador con un modelo de equilibrio general dinámico estocástico, esta investigación se basa en un enfoque cuantitativo y de alcance explicativo.

El programa utilizado para el cálculo del estado estacionario y los nuevos coeficientes de las leyes de movimiento de capital están dado por el programa matemático Matlab en su versión R2017a y para la simulación y generación de los índices de desigualdad se utilizó el programa Julia en su versión 1.2.0 con extensión de Juno - Atom.

### **2.1 Descripción del modelo**

A continuación, esta investigación tiene como línea base el modelo propuesto por Troch (2014) el cual pretende medir la desigualdad económica. En adición, se considera el supuesto de una economía pequeña y cerrada (Long Plosser, 1983). Con características de mercado de factores y

bienes de competencia perfecta (Galí, López-Salido, Vallés, 2004). El modelo presenta características de agentes heterogéneos con choques idiosincrásicos no asegurables (Preston Roca, 2007) y dos clases diferentes de individuos (hogares con activos y sin activos). Asumiendo tres agentes económicos: hogares, empresas y gobierno.

## **2.2 Hogares**

La economía está poblada por dos clases de hogares. Los hogares están divididos por individuos (hogares capitalistas<sup>11</sup>) que cuentan con activos y un empleo, y la otra clase (hogares de los trabajadores) tan solo cuenta con mano de obra. Los hogares son idénticos ex ante, sin embargo, difieren ex post debido a los distintos ingresos que reciben a lo largo del tiempo. Los hogares con activos o que pueden acumular capital corresponden al 80% de la población, mientras que el 20% restante serán los individuos serán quienes cuenten únicamente con un único ingreso.

### **2.2.1 Hogares capitalistas**

Los agentes capitalistas que tienen la capacidad de acumular activos en la economía son semejantes al trabajo de Krusell y Smith Jr. (1998) y las extensiones de Den Haan y Ocktan (2009) y Preston y Roca (2007). Estos hogares cuentan con ingresos que puedan surgir por un salario, resultado de la mano de obra prestada a la empresa y por los activos que estos hogares pueden acumular a lo largo del tiempo.

Para los hogares con activos contienen los subíndices inferiores siguientes: “c” que representa los hogares con activos; “i” son los individuos y se utiliza para identificar los cambios de variables a través de los agentes individuales; “t” es el parámetro de tiempo.

---

<sup>11</sup> El término capitalista hace referencia a los agentes que tienen capacidad de adquirir un activo (por más pequeño que sea) que genere ingresos extras. Más no al 1% de la población más rica a la que comúnmente se hace referencia.

En términos generales los hogares con activos buscan maximizar la función de utilidad la cual está determinada de la siguiente manera:

$$\max_{c_{c,i,t}, a_{i,t+1}} U_{c,i} = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_c^t \left( \frac{c_{c,i,t}^{1-\gamma_c}}{1-\gamma_c} - P(a_{i,t+1}) \right) \quad (2.1)$$

donde, " $c_{c,i,t}$ " representa el consumo y " $a_{i,t+1}$ " es la tenencia de activos para los individuos. Los parámetros " $\beta$ " y " $\gamma$ " son los coeficientes de preferencia temporal y aversión al riesgo respectivamente. La función de penalización para los hogares es " $P(a_{i,t+1})$ " propuesto por Preston y Roca (2007). En donde, castiga a los hogares por tener poco capital manteniendo una restricción en el problema.

La función de penalización de Preston y Roca (2007) está dada por la siguiente forma:

$$P(a_{i,t+1}) = \frac{\phi}{(a_{i,t+1} + b)^2} \quad (2.2)$$

donde, " $\phi$ " es el parámetro de barrera para los hogares; " $b$ " es el límite de préstamo.

La restricción presupuestaria a la que se enfrentan los hogares con activos está determinada por la siguiente ecuación:

$$c_{c,i,t} + a_{i,t+1} = (1 - \tau)r_t(k_t l_t z_t)a_{i,t} + w_t(k_t l_t z_t)e_{c,i,t} + (1 - \delta)a_{i,t} \quad (2.3)$$

donde, el parámetro " $\tau$ " es la tasa de impuesto sobre la renta; " $r_t$ " y " $w_t$ " son los parámetros de la tasa de interés y el salario respectivamente que se encuentran en función de los factores de producción " $k_t$ " capital agregado, " $l_t$ " trabajo agregado y " $z_t$ " la productividad. El coeficiente " $\delta$ "

es la depreciación que sufren los activos y la oportunidad de empleo idiosincrásico está dado por " $e_{c,i,t}$ " <sup>12</sup> el cual está descrita por la siguiente ecuación:

$$e_{c,i,t+1} = (1 - \rho_e)\mu_e + \rho_e e_{c,i,t} + \epsilon_{c,i,t+1}^e \quad (2.4)$$

donde, " $\rho_e$ " es un parámetro de ajuste que depende de " $\mu_e$ " un proceso estocástico autorregresivo en estado estacionario<sup>13</sup>. Esta especificación implica que los hogares con activos no pueden elegir las horas de trabajo que desean trabajar, entonces, la mano de obra es una variable exógena y no depende de los salarios que ofrece la empresa. Es decir, el choque de empleo crea una variación en los ingresos para los individuos, en donde los hogares con capacidad de acumular activos disminuyen significativamente estas perturbaciones.

La choques de productividad en los hogares con capacidad de acumular activos implica que el empleo no dependa de los ciclos reales de la economía<sup>14</sup>. La productividad esta descrita por la siguiente ecuación:

$$z_{t+1} = (1 - \rho_z)\mu_z + \rho_z z_t + \epsilon_{t+1}^z \quad (2.5)$$

donde " $\rho_z$ " y " $\mu_z$ " es la tasa de ajuste y la productividad en estado estable respectivamente. Convirtiendo a la productividad en un proceso estocástico autorregresivo en el cual " $\epsilon_t^z$ "<sup>15</sup> distribuye a la variable aleatoria.

---

<sup>12</sup> " $\epsilon_{c,i,t+1}^e$ " normalmente está distribuido por la media y la varianza  $(0; \sigma_{c,e}^2)$ .

<sup>13</sup> Los coeficientes que determinan la ecuación del empleo están normalizados de la siguiente manera:  $0 < \rho_e < 1$ ,  $\mu_e > 0$ .

<sup>14</sup> La perturbación de productividad está dada por:  $cov(e_{c,i,t}, z_t) = 0$

<sup>15</sup>  $\epsilon_t^z$  se encuentra normalizada de la siguiente manera:  $\epsilon_t^z \sim N(0; \sigma_{c,e}^2)$  y  $cov(\epsilon_t^z, \epsilon_{c,i,t}^e) = 0$ .

### 2.1.2 Hogares trabajadores

Los hogares que no tienen la capacidad de acumular activos, simplemente tienen la decisión de consumir en su totalidad las utilidades conseguidas por la prestación de su mano de obra a las empresas. Esto implica que no pueden decidir entre el consumo y la inversión a lo largo del tiempo. En los hogares sin capacidad de acumular capital difieren con los que sí pueden adquirir activos porque tienen distintos parámetros de preferencia en el tiempo. Es decir, los hogares con mayor paciencia tienen la capacidad de adquirir mayores activos a diferencia de los agentes sin capacidad de acumular inventario. El supuesto de los hogares sin activos es que no puedan adquirir un préstamo bancario, con el fin de evitar un esquema “Ponzi”<sup>16</sup> en el cual los hogares puedan contraer grandes cantidades de deuda.

El comportamiento de los hogares sin capacidad de obtener activos está dado por el siguiente planteamiento:

$$\max_{c_{w,i,t}} U_{w,i} = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_w^t \left( \frac{c_{w,i,t}^{1-\gamma_w}}{1-\gamma_w} \right) \quad (2.6)$$

donde; el subíndice "w" representa a los hogares sin activos. El parámetro " $c_{w,i,t}$ " representa el flujo de consumo de cada individuo "i". Los coeficientes " $\beta$ " y " $\gamma$ " el preferencia temporal y aversión al riesgo respectivamente.

Esta clase de hogares se enfrentan a la siguiente restricción presupuestaria en cada periodo:

$$c_{w,i,t} = w_t(k_t, l_t, z_t)e_{w,i,t} + T_t \quad (2.7)$$

---

<sup>16</sup> El esquema “Ponzi” en este caso impide que los hogares trabajadores puedan tener operaciones bancarias en grandes cantidades a pesar de no tener los ingresos suficientes.

donde " $w_t$ " es el sueldo que reciben los hogares y dependen de los factores de producción y el empleo. Por simplicidad del modelo, el salario no tiene diferencia entre las dos clases de hogares. Finalmente, " $T_t$ " es el parámetro de transferencias del gobierno.

La perturbación del empleo " $e_{w,i,t}$ " para los hogares sin activos sigue un proceso estocástico continuo:

$$e_{w,i,t+1} = (1 - \rho_e)\mu_e + \rho_e e_{w,i,t} + \rho_{ez}(z_t - \mu_z) + \epsilon_{w,i,t+1}^e \quad (2.8)$$

donde " $\rho_e$ " es un coeficiente de ajuste y " $\mu_e$ " es la mano de obra en estado continuo, el parámetro " $\rho_{ez}$ " es la sensibilidad del empleo a los ciclos de la economía, y " $z_t$ " es la productividad agregada en un estado continuo " $\mu_z$ ". La variable " $\epsilon_{w,i,t}^e$ " mantiene una distribución aleatoria con respecto a la normal y a la desviación estándar<sup>17</sup>. Implicando así que la " $cov(e_{w,i,t}, z_t) > 0$ " creando desempleo cíclico para los hogares sin activos. La causa de la desigualdad entre los dos tipos de hogares se debe a la seguridad en el empleo, ya que para cada individuo se tiene diferentes variaciones durante las perturbaciones de la economía.

## 2.2 Empresas

En la economía, las empresas se asumen que se desarrollan en un contexto de competencia perfecta. El comportamiento de las empresas es de maximizar sus beneficios en función del capital y la mano de obra de los hogares a cambio de un salario y una tasa de interés producida por los bienes producidos. El comportamiento de la empresa es la siguiente:

$$\max_{l_t k_t} \Pi_t = y_t - r_t k_t - w_t l_t \quad (2.9)$$

---

<sup>17</sup> Esto implica que  $\epsilon_{w,i,t}^e \sim N(0; \sigma_{w,e}^2)$  y que la  $cov(\epsilon_t^z, \epsilon_{w,i,t}^e) = 0$ ,

donde " $\Pi_t$ " es utilidad de la empresa, los parámetros " $r_t$ " y " $w_t$ " son tasa de interés y salario respectivamente, " $k_t$ " es el capital agregado, " $l_t$ " es trabajo agregado y " $y_t$ " es producción total, que viene dada por la función de producción Cobb-Douglas:

$$y_t = z_t k_t^\alpha l_t^{1-\alpha} \quad (2.10)$$

donde " $z_t$ " es el factor de productividad agregado y " $\alpha$ " es la elasticidad producto del capital en la producción y el coeficiente " $(1 - \alpha)$ " es la elasticidad producto del trabajo.

En adición, la empresa no tiene la capacidad de distinguir los salarios entre los hogares con activos y sin activos, por lo cual se distribuyen de la misma manera para ambos tipos de clases. Hay que tomar en cuenta que ambos individuos son sustitutos perfectos (mano de obra con activos y sin activos) en la economía.

### 2.3 Gobierno

El gobierno en este caso es el encargado de recaudar ingresos por concepto de impuestos sobre la renta y lo redistribuye entre los hogares sin activos en forma de transferencia. Suponemos que el presupuesto es equilibrado y que la restricción presupuestaria a la que está sujeto es la siguiente:

$$\lambda \tau r_t \int_0^1 a_{i,t} di = (1 - \lambda) T_t \quad (2.11)$$

donde " $\lambda$ " es la participación de los hogares con activos en la economía, el coeficiente " $\tau$ " es la tasa de impuestos sobre la renta, " $r_t$ " es la tasa de interés, " $a_{i,t}$ " son activos y " $T_t$ " son transferencias de los hogares sin activos. El principal papel del gobierno es reducir la desigualdad entre los tipos de hogares existentes en la economía.

### 2.4 Agregados económicos y equilibrio de la economía

Las variables agregadas para la economía vienen dadas por las siguientes relaciones:



$$k_t = \lambda \int_0^1 a_{i,t} di \quad (2.12)$$

$$l_t = \lambda \int_0^1 e_{c,i,t} di + (1 - \lambda) \int_0^1 e_{w,i,t} di \quad (2.13)$$

$$c_t = \lambda \int_0^1 c_{c,i,t} di + (1 - \lambda) \int_0^1 c_{w,i,t} di \quad (2.14)$$

$$y_t = \lambda \int_0^1 y_{c,i,t} di + (1 - \lambda) \int_0^1 y_{w,i,t} di \quad (2.15)$$

La ecuación del trabajo se aplica sustituyendo las ecuaciones (2.4) y (2.8) obteniendo lo siguiente:

$$l_t = \mu_e + \frac{(1 - \lambda)\rho_{ez}}{1 - \rho_e} (z_t - \mu_z) \quad (2.16)$$

El conjunto viene simplificado por Den Haan y Oaktan (2009) dado por  $\forall t: \int_0^1 \epsilon_{c,i,t}^e di \simeq \int_0^1 \epsilon_{w,i,t}^e di \simeq 0$ . En donde, todos los choques de empleo idiosincrásico tienen un valor nulo, dependiendo de la productividad. Por lo tanto, el trabajo agregado tiene componentes de comportamiento pro cíclico en un estado aleatorio exógeno.

El equilibrio de la economía está derivado de las condiciones de primer orden, aplicando las funciones de optimización para los hogares y las empresas capitalistas.

$$c_{c,i,t}^{-y_c} = \frac{2\phi}{a_{i,t+1}^3} + \beta_c c_{c,i,t+1}^{-y_c} (1 + (1 - \tau)r_{t+1} - \delta) \quad (2.17)$$

$$r_t = \alpha z_t k_t^{\alpha-1} l_t^{1-\alpha} \quad (2.18)$$

$$w_t = (1 - \alpha) z_t k_t^\alpha l_t^{-\alpha} \quad (2.19)$$

Las tres condiciones de primer orden, las restricciones presupuestarias, los procesos estocásticos y la regla de agregación tienen un comportamiento dinámico en un estado estacionario para la economía. Formando un conjunto que describe el estado de equilibrio entre los agregados económicos y la dinámica de la economía en el modelo. Propiciando a los hogares un comportamiento racional en la distribución de ingresos. Krusell y Smith Jr (1998) sugiere que los agentes utilicen sólo el primer momento de la distribución del capital para construir la ley del movimiento del capital:

$$k_{t+1} = \zeta_0 + \zeta_1 k_t + \zeta_2 z_t \quad (2.20)$$

Las ecuaciones de la ley de movimiento del capital tienden a ser cero. Es decir, no depende de ningún choque exógeno de la economía (productividad). Usando la ley de movimientos, los hogares pueden tener un comportamiento óptimo frente a los salarios y las tasas de interés futuras.

## **2.5 Construcción de distribuciones e índices de desigualdad**

Con el modelo especificado anteriormente podemos analizar el comportamiento de las variables macroeconómicas al momento de sufrir perturbaciones de productividad y empleo (Beviláqua, 2017). El objetivo clave del modelo es poder observar el efecto de la distribución de los ingresos entre los agentes, utilizando los diferentes choques que sufre la economía. A fin de simular un modelo que simule la desigualdad, la construcción de los índices antes mencionados están descritos en la siguiente sección.

### **2.5.1 Índice de Gini**

El coeficiente de Gini es utilizado para determinar la distribución de los ingresos y la desigualdad causada en el modelo per se. Básicamente muestra la diferencia entre los ingresos de los individuos más pobres y más ricos, indicando en sí el grado de concentración del ingreso en

un grupo determinado. El coeficiente de Gini para un periodo  $t$  viene constituido de la siguiente manera:

$$G_t = \frac{1}{n} \left( n + 1 - 2 \left( \frac{\sum_{i=1}^n (n+1-i)y_{i,t}}{\sum_{i=1}^n y_{i,t}} \right) \right) \quad (2.21)$$

donde  $G_t$  es el valor del coeficiente de Gini para el ingreso,  $n$  es el número de hogares en la economía y  $y_{i,t}$  son los ingresos de los hogares en la economía ordenados de menor a mayor ( $y_{i,t} \leq y_{i+1,t}$ ). Del mismo modo es posible utilizar la misma fórmula para calcular las variables reales como el consumo ( $G_t^c$ ) y la riqueza ( $G_t^a$ ).

### 2.5.2 Índice de Theil

El coeficiente de Theil se utiliza como una herramienta para medir la desigualdad por ingresos de los hogares. Este índice representa la entropía de la distribución de datos y calcula con el logaritmo la relación entre la aritmética y las medias geométricas de los ingresos. Este índice o ratio se representa de la siguiente manera dentro del modelo:

$$T_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{y_{i,t}}{\bar{y}_t} \ln \frac{y_{i,t}}{\bar{y}_t} \right) \quad (2.22)$$

donde " $T_t$ " es el coeficiente de Theil, " $y_{i,t}$ " representa los ingresos que obtiene el individuo ( $i$ ), y " $\bar{y}_t$ " el cuál es la medida promedio de los ingresos. El índice de Theil adquiere valores entre 0 (perfecta igualdad o falta de diversidad) y  $\log_n$  (desigualdad perfecta), sin embargo para ser comparable entre sociedades de distintos tamaños es necesario estandarizar el coeficiente  $\log_n$  de modo que este se estandarice entre cero y uno. En contraste, el coeficiente de Theil no tiene la capacidad de medir la desigualdad de la riqueza porque registra valores de cero y números negativos.

La descomposición de Theil representa una propiedad interesante ya que este puede ser dividido en subgrupos, permitiendo identificar en qué parte de la desigualdad general es causada por la desigualdad de los hogares capitalistas y los trabajadores.

$$T_t = s_{w,t}T_{w,t} + s_{c,t}T_{c,t} + s_{w,t} \log \frac{\overline{\gamma_{w,t}}}{\overline{\gamma}_t} + s_{c,t} \log \frac{\overline{\gamma_{c,t}}}{\overline{\gamma}_t} \quad (2.23)$$

donde " $s_{w,t}$ " y " $s_{c,t}$ " son la partición de los trabajadores y los capitalistas en el ingreso total, " $T_{w,t}$ " y " $T_{c,t}$ " representan a los coeficientes de Theil para las dos clases de hogares, " $\gamma_{w,t}$ " y " $\gamma_{c,t}$ " son los ingresos medios de las dos clases de individuos, y finalmente " $\gamma_t$ " es el ingreso medio de toda la economía. La ecuación en descomposición se representa de la siguiente manera; " $s_{w,t}T_{w,t}$ " la desigualdad de los trabajadores, " $s_{c,t}T_{c,t}$ " es la desigualdad de los capitalistas y " $s_{w,t} \log \frac{\overline{\gamma_{w,t}}}{\overline{\gamma}_t} + s_{c,t} \log \frac{\overline{\gamma_{c,t}}}{\overline{\gamma}_t}$ " representa la desigualdad entre las clases.

### 2.5.3 Ratios de ingreso

Las medidas de la desigualdad de ingresos también se realizan por medio de las proporciones llamadas percentiles o ratios de ingresos. Las proporciones de ingreso de 90/10, 50/10, y 90/50 se analizan entre sí en la simulación de la economía. Comparando los índices de renta en el nonagésimo, cincuentésimo y el décimo percentil entre sí.

### 2.6 Métodos de solución del modelo

El método de solución se compone en tres etapas distintas pero relacionadas entre sí. Inicialmente se determina la elección del orden de aproximación de la solución, luego se decide el cálculo de la función de políticas individuales, para finalmente encontrar la ley de moción agregada del capital.

### **2.6.1 Orden de aproximación**

El objetivo central es que los agentes de la economía puedan pronosticar los precios a futuros. Según Krusell y Smith Jr. (1997) es suficiente que las familias utilizaran la media de distribución del capital (primera aproximación) para que los pronósticos sean exactos. Debido a que la propensión marginal al ahorro que mantienen los hogares es independiente a los ingresos y a los niveles actuales de riqueza, exceptuando a los niveles bajos de riqueza, porque un agente muy pobre tiene un ahorro marginal significativamente diferente el cual no afectaría a la acumulación del capital agregado de la economía.

### **2.6.2 Solución de funciones de políticas individuales**

La solución bien establecida para los modelos DSGE es por medio del método de perturbación el cual consiste en la aproximación a la solución del estado estacionario mediante la expansión de Taylor. Para que la aproximación sea consistente, el resultado general tiene que ser lineal, para no tener soluciones poco robustas y explosivas.

### **2.6.3 Ley de moción agregada**

Por último, tenemos la parte que consiste en derivar la ley del movimiento de capital agregado usando las funciones de políticas individuales. Teniendo en cuenta que el comportamiento de las agentes en los modelos DSGE con riesgos agregado y choques idiosincrásicos depende de la percepción de los comportamientos de los precios y las variables agregadas (Den Haan Rendahl, 2010).

El método más común es el propuesto por Krusell y Smith Jr (1998) el cual consiste en simulaciones y regresiones. Este método implica determinar la distribución inicial de los activos y en simular el comportamiento de un gran número de agentes en distintos periodos de tiempo, mientras que la regresión actúa dentro de la población media de los activos en un periodo  $t$  sobre

la acción de un periodo  $t - 1$  conjuntamente con el choque de productividad agregada. La regresión proporciona los nuevos coeficientes de la ecuación dentro de la evolución del capital mediante un proceso iterativo de toda la economía, reescribiendo una y otra vez en función del anterior hasta que no exista ningún cambio entre los nuevos y los viejos coeficientes de las leyes de movimiento para el capital agregado. Sin embargo, la desventaja de este proceso es que computacionalmente es muy complejo.

El método alternativo es propuesto por Den Haan Rendahl (2010) el cual consiste en un algoritmo mucho más simple capaz de describir entre el comportamiento individual y el agregado de los agentes heterogéneos sin necesidad de simulaciones y parametrizaciones de distribución para obtener las leyes de movimiento agregado.

El desarrollo del método considera la siguiente función de política de detención individual de los activos, en el cual todos los agentes son idénticos a excepción de su reserva inicial de activos ( $a_{i,0}$ ) y su situación laboral ( $e_{i,t}$ ):

$$a_{i,t+1} = \theta_0 + \theta_1 a_{i,t} + \theta_2 e_{c,i,t} + \theta_3 z_t + \theta_4 k_t \quad (2.24)$$

De esta forma suponemos que la regla de política individual determina la asignación óptima de los activos fijos individuales. Hay que tener en cuenta que los coeficientes  $\theta_1$  (junto con los otros  $\theta$ s) son los mismos para todas las variables  $a_{i,t}$  que corresponde a la propiedad de la “agregación aproximada”. La ecuación 2.24 es utilizada para derivar la ley de movimiento del capital, para ello es necesario integrar de la siguiente manera:

$$\int_0^1 a_{i,t+1} di = \theta_0 + \theta_1 \int_0^1 a_{i,t} di + \theta_2 e_{c,i,t} + \theta_3 z_t + \theta_4 k_t \quad (2.25)$$

Usando  $\lambda \int_0^1 a_{i,t+1} di = k_{t+1}$ ,  $\lambda \int_0^1 a_{i,t} di = k_t$ ,  $\int_0^1 e_{c,i,t} di = \mu_e$  podemos reescribir la ecuación de la siguiente manera:

$$k_{t+1} = \lambda(\theta_0 + \theta_2\mu_e) + (\theta_1 + \lambda\theta_4)k_t + \lambda\theta_3z_t \quad (2.26)$$

La cual es idéntica a la ecuación 2.24 y nos da la ley agregada de movimiento para el capital<sup>18</sup>. De esta manera al derivar la ley de movimiento del capital agregado nos permite evitar que los coeficientes simulen todo el modelo en cada iteración. Haciendo que los nuevos coeficientes y los viejos iteren hasta que converjan. Lo que hace que el método propuesto por Den Haan y Rendahl (2010) sea computacionalmente más rápido y evita perder generalidad en los coeficientes<sup>19</sup>.

## 2.7 Calibración del modelo base

Para simular el comportamiento de las variables en el tiempo es necesario determinar los parámetros de las ecuaciones. Para ello en la literatura dedicada a los modelos con agentes heterogéneos sugieren seguir la metodología de Preston y Roca (2007) y Den Haan y Oaktan (2009). Sin embargo, para poder replicar las características de una economía real se utiliza el método de la calibración.

Por ende, para simular un modelo que replique el comportamiento de los agregados de la economía ecuatoriana se trató de calibrar los parámetros tanto como sea posible. Hay que tener en cuenta que los modelos DSGE son extremadamente sensibles a los parámetros que se utilizan, ya que estos no siempre logran un estado de equilibrio.

---

<sup>18</sup>Podemos hacer que la ecuación 2.4 se realice de esta manera;  $\lambda(\theta_0 + \theta_2\mu_e) = \zeta_0$ ,  $(\theta_1 + \lambda\theta_4) = \zeta_1$ ,  $\lambda\theta_3 = \zeta_2$  con el objetivo de tener una ecuación idéntica a la 2.22 la cual pueda describir la ley de movimiento de capital agregado.

<sup>19</sup> Según Beviláqua (2017) en la ejecución del modelo la convergencia de los modelos de distribución se aproximan a las 60 iteraciones.

**Tabla 4: Modelo base – Valores de la calibración de los parámetros**

Parámetros		Descripción	Valor
gamma	$(\gamma_c)$	Aversión al riesgo de los capitalistas	2.00*
gamma	$(\gamma_w)$	Aversión al riesgo de los trabajadores	5.00*
delta	$(\delta)$	Depreciación	0.025***
beta	$(\beta_c)$	Preferencia temporal de los capitalistas	0.98*
beta	$(\beta_w)$	Preferencia temporal de los trabajadores	0.95*
alfa	$(\alpha)$	Participación del capital sobre la producción	0.36*
miz	$(\mu_z)$	Productividad – estado estacionario	1.00*
roz	$(\rho_z)$	Ajuste de productividad	0.75*
sigmaz	$(\sigma_z)$	Volatilidad de la productividad	0.013*
sigmae1	$(\sigma_{c,e})$	Volatilidad del empleo – capitalistas	0.05*
sigmae2	$(\sigma_{w,e})$	Volatilidad del empleo – trabajadores	0.10*
phi	$(\phi)$	Parámetro de barrera	0.05*
rok	$(\rho_k)$	Parámetro inicial para la ley de movimiento de capital	0.70*
mie	$(\mu_e)$	Empleo – estado estable	1.00*
roe	$(\rho_e)$	Ajuste de empleo	0.70*
roez	$(\rho_{ez})$	Ciclicidad del empleo – trabajadores	0.389**
lambda	$(\lambda)$	Participación de los capitalistas	0.80*
tau	$(\tau)$	Tipo impositivo	0.00*

\* Valores fijados por una calibración estándar del modelo

\*\* Valores proporcionados por el INEC (2018a)

\*\*\* Valores proporcionados por Llerena (2016)

La proporción de los trabajadores en la economía está fijada en el 20% para los hogares trabajadores y el 80% para los hogares capitalistas. Bajo el último informe del Banco Central del Ecuador (2018) sobre la desigualdad por ingresos en el país es común encontrar estadísticas relacionadas al 20% más pobre. Validando el supuesto del modelo en el cual esta formado por una economía con una clase pobre que gasta todos sus ingresos en el consumo y es incapaz de adquirir activos.



La proporción del capital dentro de la producción en la economía es aproximadamente un tercio, la tasa de depreciación del capital es de 2.5% (Llerena, 2016), junto con otros parámetros la tasa de interés puede llegar a ser de 4,51% <sup>20</sup>sobre el capital.

Los coeficientes de preferencia temporal para los agentes del modelo son diferentes, ya que el parámetro introduce una heterogeneidad entre las clases permitiendo analizar el comportamiento por separado de las familias. Esto implica que los hogares capitalistas son los únicos con capacidad de adquirir activos, así que, en términos de preferencias temporales, son mucho más pacientes que las familias trabajadoras. Así que cuando  $\beta_c > \beta_w$  se introduce la heterogeneidad haciendo que el valor de  $\beta_w$  no sea significativo dentro del modelo.

Por otro lado, los coeficientes de aversión al riesgo están sujetos a diferentes parametrizaciones ya que están correlacionados fuertemente con el nivel de la riqueza. Lo que implica que para los capitalistas la aversión al riesgo es menor por contar con activos que funcionan como un tipo seguro ante las perturbaciones del empleo, por esta razón se aplica una base ad hoc sobre el modelo.

Los procesos estocásticos para el empleo y la productividad tienen un valor igual a uno, porque se encuentran en un estado estable dentro de la economía. El coeficiente de ajuste es de 0.70. La mayor volatilidad en la mano de obra lo sufren los hogares trabajadores, quienes tienen un valor de 0.1, mientras que los hogares capitalistas cuentan con un 0.05. El ciclo económico se ha parametrizado en  $\rho_{ez} = 0.389$  según el último informe del (INEC, 2018a).

---

<sup>20</sup> Es posible revisar la tasa del Ecuador sobre el capital en la siguiente página: <https://contenido.bce.fin.ec/docs.php?path=/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

El parámetro de restricción está calibrado con la sugerencia de Preston y Roca (2007) la cual es igual a 0.05. El límite de crédito (b) es igual a 0.00 con el fin de evitar que los hogares capitalistas se queden sin activos. Finalmente, el modelo tiene como supuesto una tasa de impuesto de cero, sin transferencias entre las familias, con el fin de analizar una posible política de distribución de impuestos en el modelo.

### Capítulo III: Análisis y discusión de los resultados

#### 3.1 Resultados del modelo

Para determinar inicialmente cómo se mueve la ley de capital agregado en la economía es necesario examinar la convergencia de los parámetros por medio de las funciones de políticas individuales. Para que el algoritmo de iteración inicie es necesario elegir valores que respeten el estado estacionario del capital. Por lo tanto la siguiente función tiene como coeficientes de ajuste los siguiente  $\rho_{kk} = \rho_{kz} = 0.70$ .

$$k_{t+1} = (1 - \rho_{kk})\bar{k} + \rho_{kk}k_t + \rho_{kz}(z_t - \mu_z) \quad (3.1)$$

donde el capital ( $k$ ) y la productividad ( $\mu_z$ ) se encuentran en estado estacionario inicialmente, obviamente cuando se realiza el proceso de iteración los valores tienden a diferir el uno del otro conjuntamente con los valores de  $\rho_{kk}$  y  $\rho_{kz}$ . La propuesta de Krusell y Smith Jr. (1997) es realizar ecuaciones algebraicas simples como en la ecuación 2.20, además de establecer la velocidad de convergencia en 10%. Por ende, en cada proceso de iteración los nuevos coeficientes de la ley de movimiento de capital agregado están dados por la ecuación propuesta de Den Haan y Ocktan (2009) de la siguiente manera:

$$\delta_0^{nuevo} = 0.9\delta_0^{viejo} + 0.1\lambda(\theta_0 + \theta_2\mu_e) \quad (3.2)$$

$$\delta_1^{nuevo} = 0.9\delta_1^{viejo} + 0.1(\theta_1 + \lambda\theta_4) \quad (3.3)$$

$$\delta_2^{nuevo} = 0.9\delta_2^{viejo} + 0.1\lambda\theta_3 \quad (3.4)$$

donde los coeficientes theta ( $\theta$ ) son los mismos coeficientes de la ecuación 2.24 los cuales representan la función de políticas individuales de acumulación de los activos, y  $\lambda$  que representa la proporción de los hogares capitalistas dentro de la economía. La siguiente ecuación está dada después de realizar 100 iteraciones a la ley del movimiento del capital:

$$k_{t+1} = -1.24 + 0.97k_t + 1.95z_t \quad (3.5)$$

El resto de valores en estado estacionario del modelo se presentan en la siguiente tabla (5):

**Tabla 5:** *Valores estacionarios del modelo base*

Variable	Descripción	Valor
$c_c$	Consumo de los hogares capitalistas	3.495
$c_w$	Consumo de los hogares de los trabajadores	2.976
$a$	Activos	51.223
$r$	Tasa de interés	0.067
$w$	Salarios	2.976
$z$	Productividad	1.000
$k$	Capital	39.322
$l$	Trabajo	1.000
$\varepsilon_w = \varepsilon_c$	Empleo capitalista – trabajadores	1.000
$\gamma_c$	Ingresos de los hogares capitalistas	6.415
$\gamma_w$	Ingresos de los hogares de los trabajadores	2.976

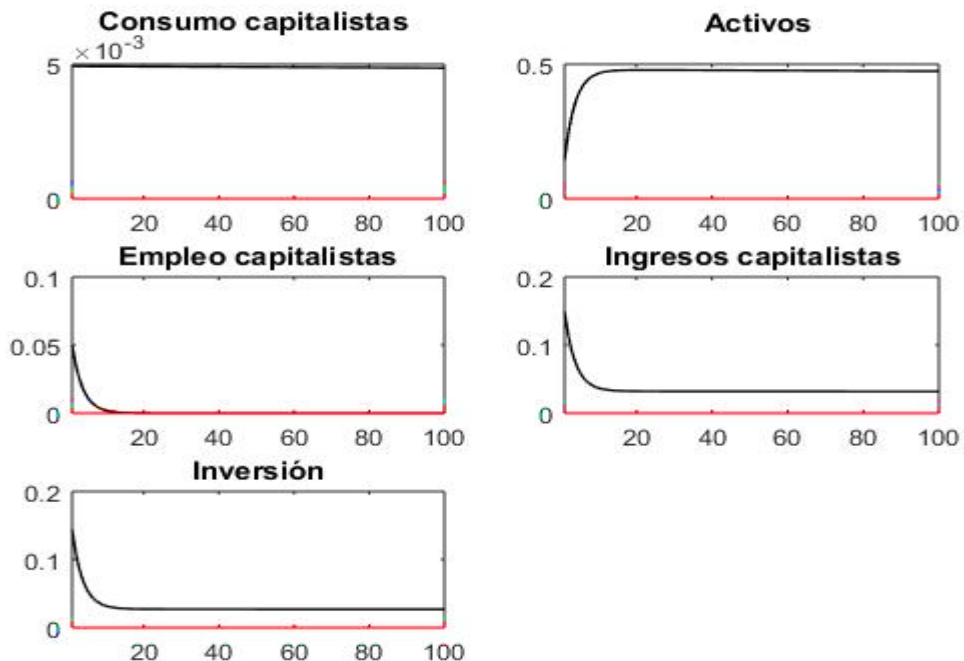
### 3.2 Funciones de impulso respuesta

Las funciones de impulso respuesta dentro del modelo permite analizar el comportamiento de las variables de la economía ante las diferentes perturbaciones a las que sean sometidas. El método se utiliza para analizar la dinámica del modelo y tiene como propósito principal el verificar la consistencia interna del modelo. En consecuencia, los impulsos resultantes no están diseñados para coincidir con los resultados de las regresiones a través de los vectores auto regresivos.

#### 3.2.1 Perturbaciones idiosincrásicas

Inicialmente, analizamos la dinámica de la economía frente a las perturbaciones idiosincrásicas del empleo ( $\epsilon_{c,i,t}^e$ ) en los hogares capitalistas.

**Figura 1:** *Perturbaciones positivas en el empleo de los capitalistas.*



<sup>21</sup> La inversión se obtiene del resultado de los ingresos de los hogares capitalistas ( $\gamma_c$ ) menos el consumo de los capitalistas ( $c_c$ ).

De acuerdo a la figura 1, cuando existe una perturbación positiva del empleo en los hogares capitalistas, estos tienden a aumentar su nivel de empleo (horas de trabajo), reduciéndose exponencialmente durante diez periodos para volver a su estado estacionario inicial. En consecuencia, con el aumento de las horas trabajadas significa que los hogares recibirán mayores ingresos provenientes de sus salarios. Hay que tener en cuenta que la oferta de mano de obra de un hogar capitalista es infinitesimalmente pequeña, lo que implica que un aumento en el empleo no necesariamente implica una disminución en el salario. Por ende, el aumento del empleo para las familias capitalistas implica que sus ingresos sean mayores que el aumento del empleo.

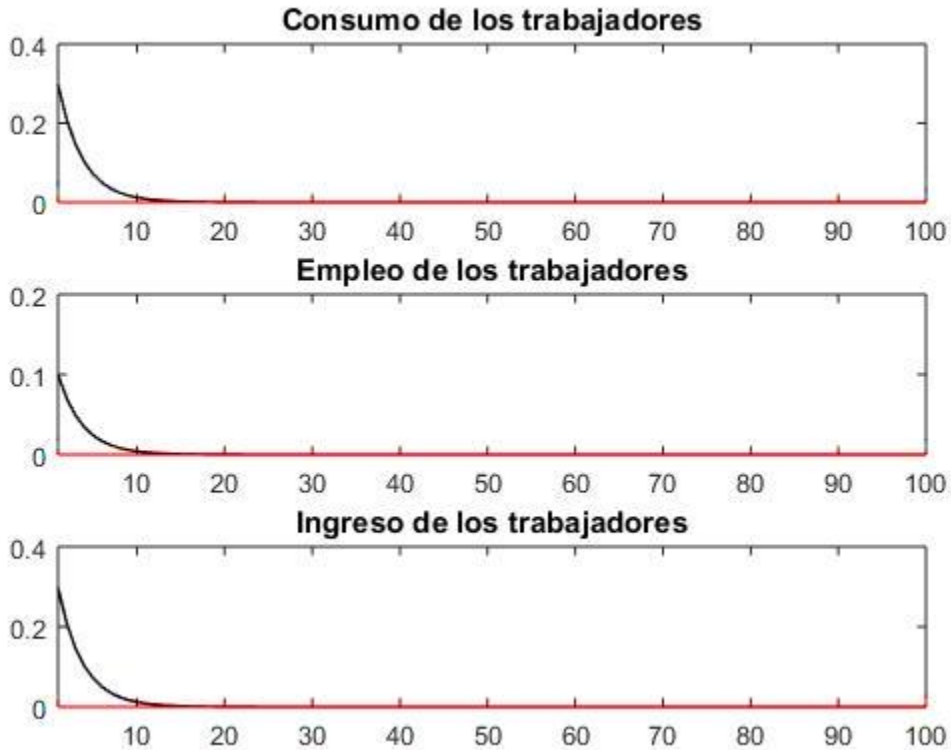
En tanto, el comportamiento del consumo de las familias capitalistas permanece constante en un 0.005% modificándose su estado inicial en un principio, mientras que la inversión tiende a aumentar en alrededor de un 0.15%, sin embargo, esta decrece y se mantiene permanente en el tiempo. Esto implica que los hogares capitalistas suavizan su nivel de consumo convirtiéndose en un nuevo estado de equilibrio después de la perturbación positiva del empleo en la economía. Lo que resta de los ingresos son destinados a adquirir activos de forma permanente, por lo tanto, la clase capitalista obtiene mayores ingresos por medio de sus activos.

Evidentemente, cuando los hogares representativos aumentan sus inventarios en activos, la tasa de interés se verá reducida. La observación de lo tardío que se reducen los impactos del empleo sobre las familias capitalistas se debe a la lenta convergencia de los valores reales a los estimados por el modelo. Los autores Barro y Sala i Martín (2004) explican que la lenta convergencia se debe a que los coeficientes en los modelos de Solow – Swan tienen diferentes velocidades entre el ingreso y el capital y en relación a la distancia con el estado de equilibrio de la economía. Esta explicación podría ilustrar el comportamiento de los agregados económicos de la figura 1.

Con respecto a estudios previos a esta investigación se muestra que los agregados de la economía ecuatoriana tienden a ser mucho más sensibles respecto a otras economías. Mostrando un consumo menor con respecto a las economías de los Estados Unidos y de Brasil. Obviamente, el tamaño de las economías no permite hacer una comparación rica en datos, sin embargo, podemos observar que los ingresos de las familias capitalistas para los tres casos mantienen un nivel alto después de un choque positivo del empleo. En efecto, la característica más interesante dentro de la simulación del figura 1 es que los hogares capitalistas del modelo incrementan mucho más su inventario de activos que los hogares simulados por Troch (2014) y Beviláqua (2017). Este comportamiento puede darse porque las familias capitalistas tienen ingresos mucho más altos y un consumo menor al de los estudios previos, lo que en efecto resulta en una mayor inversión con respecto a los activos, incrementando de manera esporádica los ingresos con los que cuentan estas familias.

Ahora analizaremos como las perturbaciones de un empleo positivo afecta a los hogares de los trabajadores ( $\epsilon_{w,i,t}^e$ ), siendo mucho más simple su interpretación puede darse por medio de la figura 2.

**Figura 2:** *Perturbaciones positivas en el empleo de los trabajadores.*

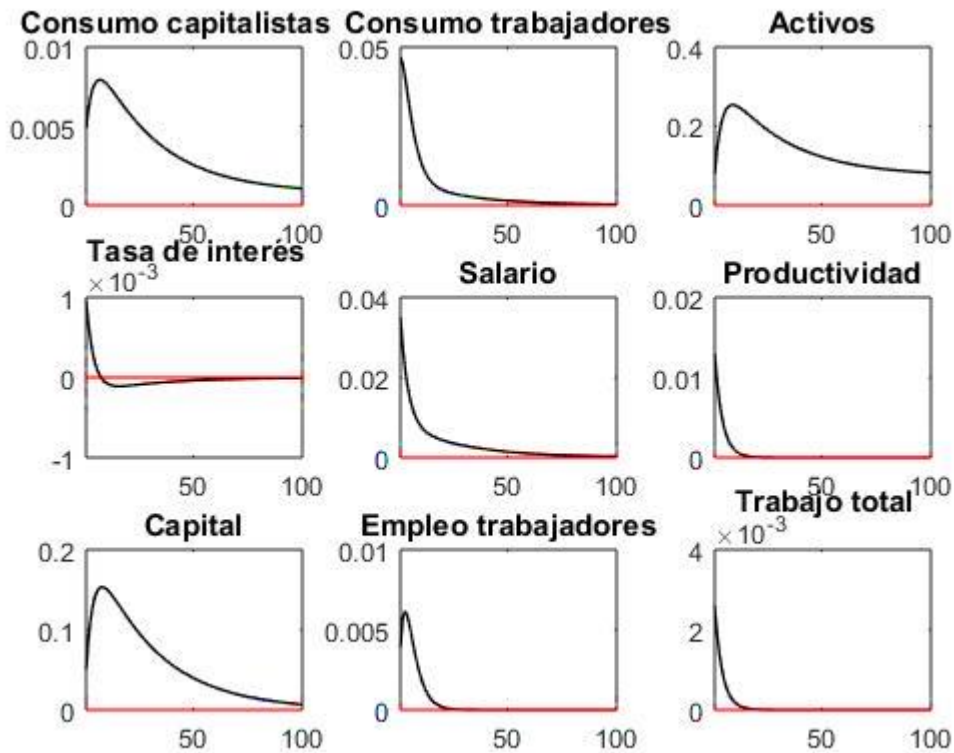


Con respecto a las familias de los trabajadores, un impacto positivo del empleo hace que el consumo se incremente 2% más que las horas trabajadas. Esto puede explicarse con simplicidad ya que el efecto del aumento de las horas de trabajo hace que se incremente sus ingresos por familia, teniendo el mismo impacto tanto en el consumo, como en el ingreso. Dicha relación, puede ser explicado por la restricción de los hogares de no adquirir activos y simplemente deben estar limitados a gastar lo que ganan. El comportamiento de los hogares trabajadores es interesante ya que estos tienden a aumentar el consumo y los ingresos mucho más que las familias estadounidenses y las brasileñas. Esto puede deberse a que la ciclicidad del empleo para los ecuatorianos es mayor, es decir tras un efecto positivo en el empleo los agentes tienen a conseguir trabajos con mayores ingresos (horas trabajadas), lo que permite que los hogares ecuatorianos tiendan a consumir más que las familias de los estudios antes mencionados.

### 3.2.2 Perturbaciones de la productividad agregada

Para el análisis del comportamiento de los agregados frente al impacto positivo de la productividad ( $\epsilon_t^Z$ ), consideramos las respuestas de las funciones de impulso respuesta de la figura 3.

**Figura 3:** *Perturbaciones positivas de la productividad en la economía.*



El impacto de la productividad desaparece de manera exponencial hasta volver a su estado de equilibrio. Tras un aumento en la productividad de la economía el efecto marginal del trabajo y del capital, tiene el efecto de incrementar la tasa de interés en un 0.001% como el de los salarios que aumenta en alrededor de 0.04%. Evidentemente, si aumenta los salarios, los ingresos percibidos por los hogares capitalistas y de los trabajadores son mayores. Eventualmente si los hogares cuentan con ingresos extras, estos tienden a aumentar el consumo, en el caso de los hogares



capitalistas los ingresos adicionales son divididos tanto para su consumo como para su inversión en activos, por otra parte, las familias de los trabajadores destinan todos sus ingresos extras al consumo.

En consecuencia, con el aumento de la inversión de los hogares capitalistas comienzan a incrementar su inventario de activos en un 0.02%. Junto al desaceleramiento de la productividad durante los próximos periodos decae la tasa de interés hasta por debajo del estado inicial del agregado. La diferencia entre las perturbaciones idiosincrásicas del empleo y los agregados de productividad son los tipos de interés y los ajustes salariales, ya que los hogares no pueden acumular activos de forma infinita sin afectar de manera negativa el tipo de interés. En conclusión, podemos asegurar que el comportamiento de los hogares vuelva a su estado estacionario, y no tengan un aumento permanente de ingresos por parte del aumento en la productividad.

### **3.3 Simulación de los índices de desigualdad económica**

A partir de la calibración del modelo, el resultado con los parámetros para la economía ecuatoriana está dada por la siguiente tabla (6):

**Tabla 6:** Simulación de los agregados e índices de desigualdad

Parámetros	Descripción	Modelo base	Escenarios con tipos de interés distinto			
			1	2	3	
gamma	( $\gamma$ )	Aversión al riesgo	2.000	2.000	2.000	2.000
delta	( $\delta$ )	Depreciación	0.025	0.025	0.025	0.025
beta	( $\beta$ )	Preferencia temporal	0.980	0.980	0.980	0.980
alfa	( $\alpha$ )	Participación del capital sobre la producción	0.360	0.360	0.360	0.360
miz	( $\mu_z$ )	Productividad – estado estacionario	1.000	1.000	1.000	1.000
roz	( $\rho_z$ )	Ajuste de productividad	0.750	0.750	0.750	0.750
sigmaz	( $\sigma_z$ )	Volatilidad de la productividad	0.013	0.013	0.013	0.013
sigmae1	( $\sigma_{c,e}$ )	Volatilidad del empleo – capitalistas	0.050	0.050	0.050	0.050
sigmae2	( $\sigma_{w,e}$ )	Volatilidad del empleo – trabajadores	0.100	0.100	0.100	0.100
phi	( $\phi$ )	Parámetro de barrera	0.050	0.050	0.050	0.050
rok	( $\rho_k$ )	Parámetro inicial para la ley de movimiento de capital	0.700	0.700	0.700	0.700
mie	( $\mu_e$ )	Empleo – estado estable	1.000	1.000	1.000	1.000
roe	( $\rho_e$ )	Ajuste de empleo	0.700	0.700	0.700	0.700
roez	( $\rho_{ez}$ )	Ciclicidad del empleo - trabajadores	0.389	0.389	0.389	0.389
lambda	( $\lambda$ )	Participación de los capitalistas	0.800	0.800	0.800	0.800
tau	( $\tau$ )	Tipo impositivo	0.000	0.050*	0.150*	0.250*

ass	Activos (estado estacionario)	31.784	31.784	31.784	31.784
kss	Capital (estado estacionario)	25.427	25.427	25.427	25.427
n	Número total de familias	5000	5000	5000	5000
t	Número de periodos de simulación	15000	15000	15000	15000
giniY	Índice de Gini por ingresos	0.140	0.119	0.086	0.078
giniC	Índice de Gini por consumo	0.181	0.212	0.265	0.310
giniA	Índice de Gini de la Riqueza (Activos)	0.375	0.375	0.376	0.375
theilY	Coficiente de Theil de la Renta	0.032	0.022	0.012	0.010
theilC	Coficiente de Theil del Consumo	0.015	0.014	0.012	0.010
theilW	Coficiente de Theil del Salario	0.010	0.007	0.004	0.003
theilCW	Índice de Theil total	0.032	0.229	0.012	0.010
Ratio1	Percentil 90/10	2.057	1.787	1.485	1.441
Ratio2	Percentil 90/50	1.258	1.254	1.213	1.166
Ratio3	Percentil 50/10	1.635	1.424	1.222	1.234

\* Valores simulados con diferentes tipos impositivos.

La tabla 6 muestra tres escenarios con tasas impositivas diferentes en el modelo, el primer modelo corresponde al modelo de línea base calibrado a la economía ecuatoriana. Las simulaciones restantes están enfocadas al análisis de los índices de desigualdad. En el modelo base al supuesto de la participación del gobierno que es nula. Sin embargo, los siguientes tres escenarios están enfocadas en el impacto fiscal de la economía. Para que el modelo sea robusto los coeficientes de preferencia temporal de los trabajadores debe ser menores a los hogares capitalistas. Evidentemente, los resultados basados en la anterior tabla (6) respeta este lineamiento. Las simulaciones se realizaron con 5000 hogares y 15000 periodos en base a la investigación de Beviláqua (2017) para obtener resultados consistentes con respecto a la realidad.

### Índice de Gini

Los hogares tanto capitalistas como trabajadores partieron inicialmente con riquezas iguales. Sin embargo, luego de la parte acumulativa de los hogares capitalistas estos valores tienden a diferir con el tiempo.

**Tabla 7:** *Indicadores de los coeficientes de Gini*

Índices de desigualdad	Data real	Modelo	Escenarios		
	Ecuador 2018	base+	1***	2*****	3*****
Gini por ingresos	0.44*	0.140	0.119	0.086	0.078
Gini por Consumo	0.40*	0.181	0.212	0.265	0.310
Gini de la Riqueza (Activos)	0.70**	0.375	0.375	0.376	0.375

Nota: \*Los valores se obtuvieron a partir del informe del Banco Central del Ecuador (2018)

\*\*El valor se obtuvo a partir de la investigación de Báez (2018)

\*\*\*Escenario con tipo impositivo de 5%

\*\*\*\*Escenario con tipo impositivo de 15%

\*\*\*\*\*Escenario con tipo impositivo de 25%

+ Índice de Gini con tipo impositivo 0%

En este caso la desigualdad por ingreso ha resultado en un 14%, lo cual no es ni mucho menos semejante a su equivalencia empírica de alrededor del 44% según el informe del Banco Central del Ecuador (2018). La explicación razonable es que la lenta convergencia desde el estado inicial a valor real toma demasiado tiempo. Otra de las razones por la cual la simulación carece de una explicación mucho más realista es que la distribución de los ingresos en el mundo real es tres veces mayor que la riqueza promedio alcanzada en el modelo. Evidentemente esto se debe a la función de penalización de la utilidad que tiene como finalidad que los hogares capitalistas no tengan valores negativos en la acumulación del capital y evite caer en un esquema Ponzi.

Por otra parte, la desigualdad de consumo refleja un valor de 18% que difiere mucho con los valores reales de la economía ecuatoriana (40%). Esto puede deberse a los bajos ingresos que tienen las familias trabajadoras, ya que estos tienen solo para el consumo, a pesar que los impactos tanto de la productividad como del empleo son significativos, estos desaparecen rápidamente. Al contrario de los hogares capitalistas el consumo obtiene un nuevo estado de equilibrio debido a que los impactos no desaparecen tan rápidamente como las familias trabajadoras. A esto debemos agregar que el Estado no cuenta con ninguna política de distribución en el modelo base lo que implica que la desigualdad por consumo está estrechamente relacionada con los ingresos que las familias pueden obtener.

Finalmente, la desigualdad por activos o riqueza que tiene un valor de 37%, la cual está dada evidentemente por la capacidad de las familias capitalistas de acumular activos a lo largo del tiempo. Obviamente la desigualdad de la riqueza en el Ecuador es mucho más acentuada debido a que las personas son capaces de acumular varios activos que tienen diferentes rendimientos financieros a lo largo del tiempo.

## Índice de Theil

El coeficiente de Theil no estima de manera eficiente la economía ecuatoriana, el último cálculo para el Ecuador estima un valor de 0.4 (Sarmiento, 2017). En evidencia con su contraparte simulada tiene un valor de 0.03 lo cual dista mucho de su valor real. Sin embargo, lejos de interpretar la desigualdad de la economía el índice de Theil cuenta con un aspecto interesante que nos permite descomponer la desigualdad de forma en la que podemos verificar el aporte de cada clase a la desigualdad como se presenta en la tabla 8:

**Tabla 8:** *Valores de la descomposición de Theil.*

Descomposición:	Desigualdad trabajadores	Desigualdad capitalistas	Desigualdad entre clases
Contribución*:	5.82%	58.56%	35.62%

Nota: \*La descomposición de Theil se realiza a partir de la fórmula 2.23, con los valores simulados por el programa Julia - Atom

Dentro de la economía, la descomposición del índice de Theil indica que los impactos laborales pueden causar desigualdad entre las familias. En este caso, según la tabla 8 en la economía ecuatoriana la desigualdad general es aportada por parte de los trabajadores un valor de 5.82%, es decir, que la causa de la desigualdad recae en las familias capitalistas quienes aportan a acentuar la desigualdad en un 58% en la estructura de la economía. La desigualdad que existe entre los hogares es del 35%, hay que destacar que esta parte de la descomposición de la economía es la más difícil de eliminar por medio de políticas redistributivas, ya que las características de esta porción de la desigualdad vienen dadas por la capacidad de los individuos en acumular activos a lo largo del tiempo.

Sin embargo, la causa más probable de divergencia entre las clases es la acumulación de activos por parte de los hogares capitalistas, esto sin duda causa que los mayores causantes de desigualdad

sean quienes obtengan ingresos adicionales para su ahorro y consumo. La descomposición de Theil es un indicador favorable para que el gobierno pueda tomar decisiones y aplicar una política de distribución de ingresos. Prácticamente, para disminuir la desigualdad es necesario un esquema fiscal progresivo o de redistribución de los ingresos entre los quintiles más pobres tal como lo sugiere Atkinson et al (2017).

### Ratios de ingreso

Finalmente, los ratios de ingreso están dados en los percentiles 90°, 50° y 10° los cuales están representados en la tabla 9.

**Tabla 9:** Valores de los percentiles

Nombre	Porcentaje del percentil	Data real	Modelo	Escenarios		
		Ecuador 2018*	base	1**	2***	3****
Ratio 1	Percentil 90/10	8.05	2.057	1.787	1.485	1.441
Ratio 2	Percentil 90/50	2.70	1.258	1.254	1.213	1.166
Ratio 3	Percentil 50/10	2.97	1.635	1.424	1.222	1.234

Nota: \*Los valores se obtuvieron a partir del informe del Banco Central del Ecuador (2018)

\*\*Escenario con tipo impositivo de 5%

\*\*\*Escenario con tipo impositivo de 15%

\*\*\*\*Escenario con tipo impositivo de 25%

De acuerdo a la tabla 9, el percentil 90 (más rico) multiplica por 2 al percentil 10 (más pobre). Evidentemente, la simulación no está cerca de la realidad, ya que para el 2018 en el Ecuador el percentil 90 tenía un ingreso promedio de ocho veces más que los estratos más bajos. Sin embargo, en las simulaciones que se aplica una tasa de interés y una política de redistribución los hogares tienden a ser más equitativas como se muestra en la siguiente tabla (9).

### **3.4 Políticas de redistribución**

Evidentemente, dentro del modelo el papel del gobierno es sumamente limitado por razones de simplificar el cálculo. Sin duda el gobierno tiene muchos otros papeles dentro de la economía, sin embargo, para las simulaciones dentro del modelo se toma un papel específico. El papel específico del gobierno es limitar la divergencia entre las clases, tomando en consideración el principio económico de equidad y eficiencia. Tras las simulaciones de los tres últimos experimentos podemos analizar que si el gobierno implanta un esquema progresivo de impuestos la desigualdad empieza a disminuir significativamente. A pesar de tener mayor equidad, el consumo no tiene el mismo impacto, curiosamente cuando el gobierno decide aplica un 15% hacia los impuestos sobre la renta de las familias capitalistas, la desigualdad por consumo tiende a aumentar en un punto porcentual. Por otra parte, sin importar cuanto aumente la tasa de interés la desigualdad por activos no tiene efectos importantes. Hay que mencionar que para el caso ecuatoriano los agregados económicos se mantienen invariantes a pesar de los cambios en los parámetros tanto de la tasa de interés como en la volatilidad del empleo. En conclusión, la desigualdad puede ser reducida siempre y cuando esta sea un quintil pequeño y específico sin necesidad de afectar a la producción agregada. Sin embargo, al momento de generar una redistribución el gobierno no puede eliminar la brecha que existen entre clases, debido a la desigualdad entre clases de las cuales están compuestas en la economía.

### **Conclusiones**

El modelo de equilibrio general dinámico estocástico DSGE presentado en esta investigación tuvo como objetivo principal el medir la desigualdad económica en el Ecuador. El modelo tuvo agentes heterogéneos sometidos a perturbaciones de productividad y de empleo idiosincrásicos. Dentro de la economía ecuatoriana se realizaron tres simulaciones con el fin de evaluar el impacto



de las tasas impositivas sobre los índices de desigualdad. De esta manera el gobierno en un principio tuvo un papel nulo en la economía, sin embargo, para poder introducir una política distributiva entre los hogares se utilizó como una especie de intermediario entre los dos tipos de hogares con un solo objetivo que era disminuir la desigualdad.

El aspecto a considerar para estimar un modelo que describa la desigualdad para la economía ecuatoriana fue tomar parametrizaciones de agregados propuestos en estudios de Llerena (2016). La adaptación a la economía del Ecuador se calibró con valores dados en los informes del Banco Central del Ecuador (2018) y el INEC (2018b).

El principal resultado en la investigación es que rechazamos la hipótesis nula porque el modelo de desigualdad no permite replicar idénticamente los índices de desigualdad de una economía real, por consiguiente, aceptamos la hipótesis alternativa que implica que el modelo de desigualdad necesita más variables que puedan explicar la desigualdad dentro de una economía.

Por ende, los índices de desigualdad no tienen precisión en la estimación con los valores de la economía ecuatoriana. Una de las razones, es que el modelo tiene una convergencia lenta, es decir que los valores iniciales de los parámetros tardan demasiado a llegar al valor real. Otra de las razones, es que en la vida real las distribuciones de los ingresos son tres veces mayores a las del modelo propuesto, evidentemente, tienden a aumentar la riqueza de manera significativa y acentuada a lo largo del tiempo. Esto puede deberse a que los hogares capitalistas están sujetos a una función de penalización sobre las utilidades lo que evita que los activos se acumulen negativamente.

Por lo tanto, el modelo propuesto por Troch (2014) es incapaz de replicar los coeficientes de desigualdad económica de la vida real, dado que una economía ecuatoriana no es cerrada e intervienen otro tipo de actores en la economía.

Entre los resultados más relevantes que se obtuvo tras las perturbaciones positivas en el empleo es que tanto las familias capitalistas como los trabajadores tienden a aumentar su consumo durante el choque y luego normalizándose a los valores estacionarios, sin embargo, los hogares capitalistas pueden acumular activos con los ingresos adicionales. En consecuencia, las desigualdades creadas por la distribución de los ingresos entre las clases tienden a diferir a lo largo del tiempo. Por su parte, un impacto positivo en la productividad beneficia de manera significativa a la suma de inventario de activos por parte de los hogares capitalistas. El efecto, es que la acentuada desigualdad entre las clases tiende a descomponerse de manera más evidente en la economía.

Al introducir una política de distribución en el modelo, el gobierno tiene el objetivo fundamental de reducir la desigualdad en la economía. Esto se hace mediante esquemas progresivos de tasas impositivas sobre el capital, para luego retribuir únicamente a la clase trabajadora. Los principales resultados que si el gobierno se plantea reducir la desigualdad lo debe hacer a un tipo en específico siempre y cuando esta pertenezca al percentil más bajo. Por otro lado, cuando el gobierno aplica tasas de interés desde el 5% hasta el 15%, la desigualdad por ingresos se disminuye parcialmente, sin embargo, la desigualdad entre las clases no es posible eliminarlas.

En conclusión, el modelo presentado en la investigación muestra que los coeficientes convergen lentamente ante los parámetros reales de la economía. Por lo cual podemos decir que el modelo es ineficiente para medir la desigualdad económica en el Ecuador. Sin embargo, se puede extender el modelo con perturbaciones idiosincrásicas en la productividad que puedan crear diferencia entre los salarios de los hogares, así como también se puede transformar el modelo a una economía abierta en donde puedan participar la inflación, las importaciones y las exportaciones y agregar tres tipos de clases de agentes heterogéneos, en donde la clase media juegue un rol importante dentro de la economía.

## Bibliografía

- Acedański, J. (2017). Heterogeneous expectations and the distribution of wealth. *Journal of Macroeconomics*, 53, 162–175. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2017.06.009>
- Aiyagari, S. R. (1994). Uninsured Idiosyncratic Risk and Aggregate Saving. *The Quarterly Journal of Economics*, 109(3), 659–684. <https://doi.org/10.2307/2118417>
- Areosa, W. D., Areosa, M. B. M. (2016). The inequality channel of monetary transmission. *Journal of Macroeconomics*, 48, 214–230. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2016.03.004>
- Atkinson, A. B., Leventi, C., Nolan, B., Sutherland, H., Tasseva, I. (2017). Reducing poverty and inequality through tax-benefit reform and the minimum wage: the UK as a case-study. *Journal of Economic Inequality*, 15(4), 303–323. <https://doi.org/10.1007/s10888-017-9365-7>
- Báez, J. (2018). Desigualdad de riqueza en Ecuador ¿Es la ley de plusvalía una alternativa? Retrieved November 14, 2019, from <https://lalineadefuego.info/2018/01/30/desigualdad-de-riqueza-en-ecuador-es-la-ley-de-plusvalia-una-alternativa-por-jonathan-baez1/>
- Banco Central del Ecuador. (2018). *Reporte de pobreza, ingreso y desigualdad - Junio 2018*. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/Empleo/PobrezaJun2018.pdf>
- Barro, R., Sala i Martin, X. (2004). *Economic Growth* (Second Edi; T. M. Press, Ed.). London: Massachusetts Institute of Technology.
- Baxter, M., King, R. G. (1993). Fiscal Policy in General Equilibrium. *The American Economic*

- Review*, 83(3), 315–334. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2117521>
- Beviláqua, G. S. (2017). *Um modelo DSGE para análise de desigualdade de renda* (Universidade de Brasília). Recuperado de [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/25227/2/2017\\_GiovanniSilvaBeviláqua.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/25227/2/2017_GiovanniSilvaBeviláqua.pdf)
- Bewley, T. (1977). The permanent income hypothesis: A theoretical formulation. *Journal of Economic Theory*, 16(2), 252–292. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-0531\(77\)90009-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0022-0531(77)90009-6)
- Blanchet, T., Clarke, R., Czajka, L., Estévez, L., Gethun, A., Leenders, W. (2018). *Informe sobre la Desigualdad Global*. Recuperado de <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-summary-spanish.pdf>
- Cagetti, M., De Nardi, M. (2006). *Wealth Inequality: Data and Models* (Vol. 62). <https://doi.org/10.3386/w12550>
- Caiani, A., Russo, A., Gallegati, M. (2016). Does Inequality Hamper Innovation and Growth? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2790911>
- Caselli, F., Ventura, J. (2000). A Representative Consumer Theory of Distribution. *The American Economic Review*, 90(4), 909–926. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/117314>
- Chatterjee, S. (1994). Transitional dynamics and the distribution of wealth in a neoclassical growth model. *Journal of Public Economics*, 54(1), 97–119. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)90072-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)90072-8)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Panorama Social de*

*América Latina, 2017* (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Ed.).

Recuperado de

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42716/7/S1800002\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42716/7/S1800002_es.pdf)

De Nardi, M. (2015). *Quantitative Models of Wealth Inequality: A Survey*. Recuperado de

National Bureau of Economic Research, Inc website:

<https://econpapers.repec.org/RePEc:nbr:nberwo:21106>

De Nardi, M., French, E., & Jones, J. B. (2006). *Differential Mortality, Uncertain Medical Expenses, and the Saving of Elderly Singles*. <https://doi.org/10.3386/w12554>

Den Haan, W. J., & Ocaktan, T. (2009). *Solving Dynamic Models with Heterogeneous Agents and Aggregate Uncertainty with Dynare or Dynare++*. Recuperado de

[https://economicdynamics.org/meetpapers/2009/paper\\_776.pdf](https://economicdynamics.org/meetpapers/2009/paper_776.pdf)

Den Haan, W. J., Rendahl, P. (2010). Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty using explicit aggregation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(1), 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2008.12.008>

Galí, J., López-Salido, J. D., Vallés, J. (2004). Rule-of-Thumb Consumers and the Design of Interest Rate Rules. *Journal of Money, Credit and Banking*, 36(4), 739–763. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/3839040>

García, C. (2019). Inequality in Macroeconomic Models. *Revue de l'OFCE*, 157(3), 93. <https://doi.org/10.3917/reof.157.0093>

Guvenen, F. (2006). Reconciling conflicting evidence on the elasticity of intertemporal substitution: A macroeconomic perspective. *Journal of Monetary Economics*, 53(7), 1451–

1472. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2005.06.001>

Heathcote, J., Storesletten, K., Violante, G. (2008). The Macroeconomic Implications of Rising Wage Inequality in the United States. In *Journal of Political Economy* (Vol. 118).

<https://doi.org/10.3386/w14052>

Huggett, M. (1996). Wealth distribution in life-cycle economies. *Journal of Monetary Economics*, 38(3), 469–494. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(96\)01291-3](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)01291-3)

Huggett, M., Ventura, G., Yaron, A. (2011). Sources of Lifetime Inequality. *The American Economic Review*, 101(7), 2923–2954. Recuperado de

<http://www.jstor.org/stable/41408726>

INEC. (2018a). *Reporte de Economía Laboral*. Recuperado de

[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Junio-2018/Informe\\_Economia\\_laboral-jun18.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2018/Junio-2018/Informe_Economia_laboral-jun18.pdf)

INEC. (2018b). *Reporte de pobreza y desigualdad*. Recuperado de

[http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2018/Junio-2018/Informe\\_pobreza\\_y\\_desigualdad-junio\\_2018.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2018/Junio-2018/Informe_pobreza_y_desigualdad-junio_2018.pdf)

Jiménez, J. (2015). Desigualdad, concentración del ingreso y tributación sobre las altas rentas en América Latina. In *Libros de la CEPAL* (Vol. 134). Recuperado de

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/52441>

King, R., Rebelo, S. (2000). *Resuscitating Real Business Cycles*. <https://doi.org/10.3386/w7534>

Krusell, P., Smith Jr., A. A. (1997). Income and wealth heterogeneity, portfolio choice, and equilibrium asset returns. *Macroeconomic Dynamics*, 1(2), 387–422. Recuperado de

<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0031374315&partnerID=40&md5=b6e49380d313e8a1e67c38ae416f94bd>

Krusell, P., Smith Jr., A. A. (1998). Income and wealth heterogeneity in the macroeconomy. *Journal of Political Economy*, 106(5), 867–896. <https://doi.org/10.1086/250034>

Kydland, F. E., Prescott, E. C. (1982). Time to Build and Aggregate Fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345. <https://doi.org/10.2307/1913386>

Lise, J. (2011). *On-the-Job Search and Precautionary Savings: Theory and Empirics of Earnings and Wealth Inequality* \*. Recuperado de <https://www.ifs.org.uk/wps/wp1116.pdf>

Llerena, A. M. A. (2016). *Macroeconomía y petróleo: Caso empírico del Ecuador - Efectos macroeconómicos de shocks al precio del petróleo en una PEA-*. Universidad Torcuato Di Tella.

Long, J. B., Plosser, C. I. (1983). Real Business Cycles. *Journal of Political Economy*, 91(1), 39–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/261128>

Motta, G., Tirelli, P. (2012). *Income inequality and macroeconomic stability in a New Keynesian model with limited asset market participation*. Recuperado de University of Milano-Bicocca, Department of Economics website: <https://econpapers.repec.org/RePEc:mib:wpaper:219>

OCDE, CAF, CEPAL. (2018). *Perspectivas económicas de América Latina 2018*. <https://doi.org/10.1787/leo-2018-es>

Piketty, T., Cantante, F. (2018). Wealth, Taxation and Inequality. In R. M. Carmo, C. Rio, M. Medgyesi (Eds.), *Reducing Inequalities: A Challenge for the European Union?* (pp. 225–

239). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-65006-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-65006-7_14)

Postel - Vinay, F., Turon, H. (2010). On-the-Job Search, Productivity Shocks and the Individual Earnings Process. *International Economic Review*, 51(3), 599–629. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40784798>

Preston, B., Roca, M. (2007). *Incomplete Markets, Heterogeneity and Macroeconomic Dynamics*. <https://doi.org/10.3386/w13260>

Quadrini, V. (2000). Entrepreneurship, Saving, and Social Mobility. *Review of Economic Dynamics*, 3(1), 1–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/redy.1999.0077>

Ramsey, F. P. (1927). A Contribution to the Theory of Taxation. *The Economic Journal*, 37(145), 47–61. <https://doi.org/10.2307/2222721>

Ramsey, F. P. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *The Economic Journal*, 38(152), 543–559. <https://doi.org/10.2307/2224098>

Ranciere, R., Kumhof, M. (2010). Inequality, Leverage and Crises. *IMF Working Papers*, 10(268), 1. <https://doi.org/10.5089/9781455210756.001>

Sarmiento, S. (2017). Evolución de la desigualdad de ingresos en Ecuador, periodo 2007 - 2015. *Revista de Análisis Estadístico*, 13(1), 49–79. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Revistas/Analitika/Anexos\\_pdf/Analit\\_13/2.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Revistas/Analitika/Anexos_pdf/Analit_13/2.pdf)

Sen, A. (1992). *Nuevo exámen de la desigualdad* (A. Bravo P. Sánchez, Eds.). España: Alianza Editorial.

Sen, A. (1999). *Desarrollo y Libertad* (Primera Ed; P. A. S.A.I.C., Ed.). Buenos Aires: Grupo



Planeta.

Slanicay, M. (2014). Some notes on historical, theoretical, and empirical background of DSGE models. *Review of Economic Perspectives*, 14(2), 145–164. <https://doi.org/10.2478/revecp-2014-0008>

Snowdon, B., Howard, V. (2005). *Modern Macroeconomics. Its Origins, Development and Current State* (Edward Elg). USA: Edward Elgar Publishing Limited.

Stiglitz, J. E. (2018). Pareto efficient taxation and expenditures: Pre- and re-distribution. *Journal of Public Economics*, 162(January), 101–119. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.01.006>

Swarbrick, J. (2012). *Optimal fiscal policy in a DSGE model with heterogeneous agents* \*. Recuperado de <https://eabcn.org/sites/default/files/masters.pdf>

Troch, T. (2014). *Wealth inequality in dynamic stochastic general equilibrium models* (Charles University in Prague). Recuperado de <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120157818/?lang=cs>

## **Anexos**

### **Anexo 1. Códigos de Matlab**

%% Cálculo del estado estacionario %%%

```

gamma = 2;          % Aversión al riesgo
delta = 0.025;     % Depreciación de activos
beta  = 0.98;      % Factor de descuento
alfa  = 0.36;      % Elasticidad producto del capital en la producción
miz   = 1.00;      % Productividad en estado estacionario
roz   = 0.75;      % Ajuste de productividad
sigmaz = 0.013;    % Volatilidad de la productividad
phi   = 0.05;      % Penalización de los hogares (activos)
rok   = 0.70;      % Parámetro inicial del movimiento de capital
mie   = 1.00;      % Empleo en estado estacionario
roe   = 0.70;      % Ajuste del empleo
sigmae1 = 0.05;    % Volatilidad del empleo de los hogares capitalistas
sigmae2 = 0.10;    % Volatilidad del empleo de los hogares trabajadores
roez  = 0.6;       % Ciclicidad del empleo para los hogares trabajadores
lambda = 0.90;     % Participación de los capitalistas en la economía
tau    = 0.00;     % Tasa de impuestos sobre la renta

```

```

pi = (1-alfa)*lambda^alfa + (1-tau)*alfa*lambda^(alfa-1);

```

```

syms a

```

```

solve(2*phi*((a^alfa)*pi - delta*a)^gamma + (a^3)*(beta - beta*delta -1)
+ beta*alfa*(1-tau)*(lambda^(alfa-1))*a^(alfa+2) == 0, a)

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Solución del modelo - tesis1.mod%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

%Declaración de las variables endógenas
var cc cw a r w z k ec ew l;

```

```

%Declaración de las variables exógenas

```

```

varexo epsz epsel epse2;
%Declaración de los parámetros

```

```

parameters gamma delta betta alfa miz roz sigmaz phi cssc cssw ass wss rss
kss rok mie roe roez sigmae1 sigmae2 pzeta0 pzeta1 pzeta2 lambda tau;

%Definición de los parámetros
gamma = 2; % Aversión al riesgo
delta = 0.057; % Depreciación de activos
betta = 0.99; % Factor de descuento
alfa = 0.47; % Elasticidad producto del capital en la producción
miz = 1; % Productividad en estado estacionario
roz = 0.75; % Ajuste de productividad
sigmaz = 0.013; % Volatilidad de la productividad
phi = 0.05; % Penalización de los hogares (activos)
rok = 0.7; % Parámetro inicial del movimiento de capital
mie = 1; % Empleo en estado estacionario
roe = 0.7; % Ajuste del empleo
sigmae1 = 0.05; % Volatilidad del empleo de los hogares capitalistas
sigmae2 = 0.1; % Volatilidad del empleo de los hogares trabajadores
roez = 0.3; % Ciclicidad del empleo para los hogares trabajadores
lambda = 0.8; % Participación de los capitalistas en la economía
tau = 0; % Tasa de impuestos sobre la renta

ass = 31.783891698658; % Estado estacionario de los activos
kss = lambda*ass; % Estado estacionario del capital
rss = alfa*(kss)^(alfa-1); % Estado estacionario de la tasa de interés
wss = (1-alfa)*(kss)^(alfa); % Estado estacionario del salario

%Estado estacionario del consumo de los capitalistas
cssc = ((ass)^(alfa))*(1-tau*alfa)-delta*ass;

%Estado estacionario del consumo de los trabajadores
cssw = wss+tau*rss*kss/(1-lambda);

%Coeficientes para la ley de movimiento de capital
load InitParams;
set_param_value('pzeta0',pzeta0);
set_param_value('pzeta1',pzeta1);
set_param_value('pzeta2',pzeta2);

model;
%(1) Ecuación de Euler para los capitalistas
cc^(-gamma)= phi*2/(a^3)+ betta*(cc(+1))^(gamma)*(1+(1-tau)*r(+1)-delta);

%(2) Tasa de interés
r = alfa*z*((k(-1))^(alfa-1))*1^(1-alfa);

%(3) Salario
w =(1-alfa)*z*((k(-1))^(alfa))*1^(-alfa);

%(4) Restricción presupuestaria para los hogares capitalistas
cc + a =(1-tau)*r*a(-1)+w*ec+(1-delta)*a(-1);

%(5) Restricción presupuestaria para los hogares trabajadores
cw = w*ew+tau*r*k(-1)/(1-lambda);

```

```

%(6) Shock de de productividad agregada
z =(1-roz)*miz+roz*z(-1) + epsz;

%(7) Ley de moción del capital
k = pzeta0 + pzeta1*k(-1) + pzeta2*z;

%(8) Ley de moción del trabajo
l = mie+((1-lambda)*roez/(1-roe))*(z-1);

%(9) Shock idiosincrásico para los capitalistas
ec =(1-roe)*mie+roe*ec(-1)+epsel;

%(10) Shock idiosincrásicos para los trabajadores
ew =(1-roe)*mie+roe*ew(-1)+roez*(z-1)+epse2;

end;

initval;
cc = cssc;      % Consumo de los capitalistas
cw = cssw;      % Consumo de los trabajadores
a  = ass;       % Activos
r  = rss;       % Tasa de interés
w  = wss;       % Salario
z  = 1;         % Productividad
k  = kss;       % Capital
ec = 1;         % Empleo de los capitalistas
ew = 1;         % Empleo de los trabajadores
l  = 1;         % Trabajo total

end;

steady;

check;

shocks;
var epsz = sigmaz^2;
var epsel = sigmael^2;
var epse2 = sigmae2^2;

end;

stoch_simul(order=1,nocorr,noprint,nomoments,IRF=0);

% Ahora lee los coeficientes de la ley de movimiento individual

mPolicy = [oo_.dr.ys';oo_.dr.ghx'; oo_.dr.ghu'];
mPolA   = mPolicy(:,4);
mPolA(1) = mPolicy(1,3);

```

```

% Reorganizando los parámetros
dtheta0 = mPolA(1)-mPolA(2)*mPolA(1)-mPolA(5)-mPolA(3)-
mPolA(4)*mPolicy(1,7);
dtheta1 = mPolA(2);
dtheta2 = mPolA(5);
dtheta3 = mPolA(3);
dtheta4 = mPolA(4);

%Guardar los parámetros
vtheta = [dtheta0 dtheta1 dtheta2 dtheta3 dtheta4];

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%Modelo completo - tesis2.mod%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%Descripción de las variables exógenas
var cc cw a r w z k ec ew l yc yw i;

%Descripción de las variables endógenas
varexo epsz epsel epse2;

%Descripción de los parámetros
parameters gamma delta betta alfa miz roz sigmaz phi cssc cssw ass wss rss
kss rok mie roe roez sigmae1 sigmae2 pzeta0 pzeta1 pzeta2 lambda tau;

%Definición de los parámetros
gamma = 2; % Aversión al riesgo
delta = 0.057; % Depreciación de activos
betta = 0.99; % Factor de descuento
alfa = 0.47; % Elasticidad producto del capital en la producción
miz = 1; % Productividad en estado estacionario
roz = 0.75; % Ajuste de productividad
sigmaz = 0.013; % Volatilidad de la productividad
phi = 0.05; % Penalización de los hogares (activos)
rok = 0.7; % Parámetro inicial del movimiento de capital
mie = 1; % Empleo en estado estacionario
roe = 0.7; % Ajuste del empleo
sigmae1 = 0.05; % Volatilidad del empleo de los hogares capitalistas
sigmae2 = 0.1; % Volatilidad del empleo de los hogares trabajadores
roez = 0.3; % Ciclicidad del empleo para los hogares trabajadores
lambda = 0.8; % Participación de los capitalistas en la economía
tau = 0; % Tasa de impuestos sobre la renta

ass = 31.783891698658; % Estado estacionario de los activos
kss = lambda*ass; % Estado estacionario del capital
rss = alfa*(kss)^(alfa-1); % Estado estacionario de la tasa de interés
wss = (1-alfa)*(kss)^(alfa); % Estado estacionario del salario

%Estado estacionario del consumo de los capitalistas
cssc = (ass^alfa)*(1-tau*alfa)-delta*ass;

```

```

%Estado estacionario del consumo de los trabajadores
cssw = wss+tau*rss*kss/(1-lambda);

%Estado estacionario de los ingresos capitalistas
ycss = wss + (1-tau)*rss*ass;

%Estado estacionario de los ingresos de los trabajadores
ywss = wss + tau*rss*kss/(1-lambda);

%Inversión
iss = delta*ass;

%Cargar los coeficientes de la ley de moción agregada
load InitParams;
set_param_value('pzeta0',pzeta0);
set_param_value('pzeta1',pzeta1);
set_param_value('pzeta2',pzeta2);

model;
%(1) Ecuación de Euler para los capitalistas
cc^(-gamma)= phi*2/(a^3)+ betta*(cc(+1)) ^(-gamma)*(1+(1-tau)*r(+1)-delta);

%(2) Tasa de interés
r = alfa*z*((k(-1))^(alfa-1))*1^(1-alfa);

%(3) Salario
w =(1-alfa)*z*((k(-1))^(alfa))*1^(-alfa);

%(4)Restricción presupuestaria para los hogares capitalistas
cc + a =(1-tau)*r*a(-1)+w*ec+(1-delta)*a(-1);

%(5)Restricción presupuestaria para los hogares trabajadores
cw = w*ew+tau*r*k(-1)/(1-lambda);

%(6) Shock de de productividad agregada
z =(1-roz)*miz+roz*z(-1) + epsz;

%(7) Ley de moción del capital
k = pzeta0 + pzeta1*k(-1) + pzeta2*z;

%(8) Ley de moción del trabajo
l = mie+((1-lambda)*roez/(1-roe))*(z-1);

%(9) Shock idiosincrásico para los capitalistas
ec =(1-roe)*mie+roe*ec(-1)+epsel;

%(10) Shock idiosincrásicos para los trabajadores
ew =(1-roe)*mie+roe*ew(-1)+roez*(z-1)+epse2;

%(11) Ingresos de los capitalistas
yc = (1-tau)*r*a(-1) + w*ec;

```

```

%(12) Inversión
i = yc - cc;

%(13) Ingresos de los trabajadores
yw = w*ew + tau*r*k(-1)/(1-lambda);

end;

initval;
cc = cssc; % Consumo de los capitalistas
cw = cssw; % Consumo de los trabajadores
a = ass; % Activos
r = rss; % Tasa de interés
w = wss; % Salario
z = 1; % Productividad
k = kss; % Capital
ec = 1; % Empleo de los capitalistas
ew = 1; % Empleo de los trabajadores
l = 1; % Trabajo total
yc = ycsc; % Ingreso de los capitalistas
yw = ywsc; % Ingreso de los trabajadores
i = iss; % Activos

end;

steady;

check;

shocks;
var epsz = sigmaz^2;
var epsel = sigmael^2;
var epse2 = sigmae2^2;
end;

stoch_simul(periods=2100, order=1, irf =100);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Código principal %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

ass = 31.7838916986589918973; % Desviación estandar de los activos
lambda = 0.80; % Participación de los capitalistas en la
economía
kss = lambda*ass; % Desviación estandar del capital
rok = 0.70; % Valor estimado de la ley del movimiento
vzetaold = ones(1,3); % Variación que almacena los viejos coeficientes

```

```

vzetaold(1) = (1-rok)*kss - rok; % - Ley de movimiento agregado
vzetaold(2) = rok;
vzetaold(3) = rok;
vzetanew = ones(1,3);          % Variable que almacena los coeficientes nuevos
convergence = ones(3,2,100); % Variables para los procesos de convergencia
dlambda = 0.1;                % Velocidad de convergencia
vtheta = ones(1,5);           % Variables para el coeficientes en la
pzeta0 = vzetaold(1);         % Ley de movimiento de capital
pzeta1 = vzetaold(2);
pzeta2 = vzetaold(3);
save InitParams.mat pzeta0 pzeta1 pzeta2; % guardar los coeficientes en Dynare

% Los siguiente resuelve el modelo interativamente usando viejos
% coeficientes de la ley agregada de movimiento y calcula y almacena los
% nuevos:

for i = 1:100
dynare tesis1 noclearall; % Corre el modelo (Dynare)

% Calcula los nuevos coeficientes de la ley de movimiento a partir de los
% coeficientes individuales

vzetanew(1) = lambda*(vtheta(1) + vtheta(3));
vzetanew(2) = vtheta(2) + lambda*vtheta(5);
vzetanew(3) = lambda*vtheta(4);

% Ahora almacenar tanto los nuevos como los viejos coeficientes de la ley
% agregada de movimiento
convergence(1,1,i) = vzetaold(1);
convergence(2,1,i) = vzetaold(2);
convergence(3,1,i) = vzetaold(3);
convergence(1,2,i) = vzetanew(1);
convergence(2,2,i) = vzetanew(2);
convergence(3,2,i) = vzetanew(3);

% Los nuevos coeficientes comienzan como viejos coeficientes para la
% siguiente iteración

```



```

vzetaold = dlambd * vzetanew + (1-dlambd) * vzetaold;
pzeta0 = vzetaold(1);
pzeta1 = vzetaold(2);
pzeta2 = vzetaold(3);

delete InitParams.mat; % Borrar los valores antiguos almacenados
save InitParams.mat pzeta0 pzeta1 pzeta2; % Guardar los nuevos
end % Fin del bucle de convergencia

% Finalmente corre el modelo con los coeficientes de convergencia
dynare tesis2.mod noclearall;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

## Anexo 2. Códigos de Julia

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

using Distributions
using DataFrames
using CSV
#Simulador de la economía e indicadores de desigualdad
function desigualdad(;n=5000,t=15000)
#Parámetros de la economía
    gamma = 2;
    delta = 0.025;
    betta = 0.98;
    alfa = 0.36;
    miz = 1;
    roz = 0.75;
    sigmaz = 0.013;
    phi = 0.05;
    rok = 0.7;
    mie = 1;
    roe = 0.7;
    sigmael = 0.05;

```

```

sigmae2 = 0.1;
roez    = 0.389;
lambda  = 0.8;
tau     = 0;
ass     = 31.7838916986589918973;
kss     = lambda*ass;

vtheta1 =-4.9637;
vtheta2 =0.9999;
vtheta3 =2.0149;
vtheta4 =4.6021;
vtheta5 =-0.0419;

n_lambda = trunc(Int, lambda * n)

eshocks1= rand(Normal(0.0,sigmae1),n_lambda ,t);
eshocks2= rand(Normal(0.0,sigmae2),n-n_lambda,t);
zshocks1= rand(Normal(0.0, sigmaz),1 , t);

#Variables

a=ones(t,n);
c=ones(t,n);
y=ones(t,n);
k=ones(t);
w=ones(t);
r=ones(t);
z=ones(t);
l=ones(t);
e=ones(t,n);

# Valores iniciales de las variables
a[1:2,1:n_lambda].=ass;
a[1:t,(n_lambda+1):n].=0;

```

```

k[1:2].=lambda*ass;
c[1:n_lambda,1].=(ass^alfa)*(1-tau*alfa)-delta*ass;

# Loop de Simulación
for i = 2:(t-1)
    k[i]=lambda*mean(a[i,1:n_lambda]);
    z[i]=(1-roz)+roz*z[i-1]+zshocks1[i];
    l[i]=1+(1-lambda)*roez*(z[i]-1)/(1-roe);
    w[i]=(1-alfa)*z[i]*((k[i])^(alfa))*l[i]^(-alfa);
    r[i]=alfa*z[i]*((k[i])^(alfa-1))*l[i]^(1-alfa);
    for j=1:n_lambda
        e[i,j]=(1-roe)+roe*e[i-1,j]+eshocks1[j,i];
        a[i+1,j]=(vtheta1)+(vtheta2)*a[i,j]+(vtheta3)*e[i,j]
        +(vtheta4)*z[i]+(vtheta5)*k[i];
        y[i,j]=(1-tau)*r[i]*a[i,j]+w[i]*e[i,j];
    end

    for m=1:(n-n_lambda)
        e[i,m+n_lambda]=(1-roe)+roe*e[i-1,m+n_lambda]+roez*(z[i]-1)
        +eshocks2[m,i];
        c[i,m+n_lambda]=w[i]*e[i,m+n_lambda]+tau*r[i]*k[i]/(1-lambda);
        y[i,m+n_lambda]=c[i,m+n_lambda];
    end
end

#Preparando las variables para el cálculo de los índices de Gini
asort=ones(t,n);
csort=ones(t,n);
ysort=ones(t,n);
for i = 1:(t-1)
    asort[i,:]=sort(a[i,:]);
    csort[i,:]=sort(c[i,:]);
    ysort[i,:]=sort(y[i,:]);
end

#Cálculo del índice de Gini de la riqueza
giniA=ones(t);

```

```

for i=1:(t-1)
    sum1=0;
    sum2=0;
    for j=1:n
        sum1=(n+1-j)*asort[i,j]+sum1;
        sum2=asort[i,j]+sum2;
    end
    giniA[i]=(n+1-2*(sum1/sum2))/n;
end

#Cálculo del índice de Gini de consumo
giniC=ones(t);
for i=1:(t-1)
    sum1=0;
    sum2=0;
    for j=1:n
        sum1=(n+1-j)*csort[i,j]+sum1;
        sum2=csort[i,j]+sum2;
    end
    giniC[i]=(n+1-2*(sum1/sum2))/n;
end

# Cálculo del índice de Gini de los ingresos
giniY=ones(t);
for i=1:(t-1)
    sum1=0;
    sum2=0;
    for j=1:n
        sum1=(n+1-j)*ysort[i,j]+sum1;
        sum2=ysort[i,j]+sum2;
    end
    giniY[i]=(n+1-2*(sum1/sum2))/n;
end

# Cálculo del coeficiente de Theil
theilY=ones(t);
for i=1:(t-1)

```

```

        ybar=mean(y[i,:]);
        sum1=0;
        for j=1:n
            sum1=(y[i,j]/ybar)*log(y[i,j]/ybar)+sum1;
        end
        theilY[i]=sum1/n;
    end

# Calculo de Razones de Percentiles de ingreso
    ratio1=ones(t);
    r_n=trunc(Int,0.9*n)
    for i=1:(t-1)
        ratio1[i]=ysort[i,r_n]/ysort[i,n-r_n];
    end

    ratio2=ones(t);
    half_n=trunc(Int,0.5*n)
    for i=1:(t-1)
        ratio2[i]=ysort[i,r_n]/ysort[i,half_n];
    end

    ratio3=ones(t);
    for i=1:(t-1)
        ratio3[i]=ysort[i,half_n]/ysort[i,n-r_n];
    end

# Calculo de la descomposición del coeficiente de Theil
    theilC=ones(t);
    ytotalC=ones(t);
    for i=1:(t-1)
        ybarC=mean(y[i,1:n_lambda]);
        sum1=0;
        sum2=0;
        for j=1:n_lambda
            sum1=(y[i,j]/ybarC)*log(y[i,j]/ybarC)+sum1;
            sum2=y[i,j] + sum2;
        end
        end

```

```

        ytotalC[i]=sum2;
        theilC[i]=sum1/(lambda*n);
end

theilW=ones(t);
ytotalW=ones(t);
for i=1:(t-1)
    ybarW=mean(y[i,(1+n_lambda):n]);
    sum1=0;
    sum2=0;
    for j=1:(n-n_lambda)
        sum1=(y[i,j+n_lambda]/ybarW)*log(y[i,j+n_lambda]/ybarW)+sum1;
        sum2=y[i,j+n_lambda]+sum2;
    end
    ytotalW[i]=sum2;
    theilW[i]=sum1/((1-lambda)*n);
end

ytotal=ones(t);
for i=1:(t-1)
    sum1=0;
    for j=1:n
        sum1=y[i,j]+sum1;
    end
    ytotal[i]=sum1;
end

shareC=ones(t);
shareW=ones(t);
meanC=ones(t);
meanW=ones(t);
meantotal=ones(t);
theilCW=ones(t);
for i=1:(t-1)
    shareC[i]=ytotalC[i]/ytotal[i];
    shareW[i]=ytotalW[i]/ytotal[i];
    meanC[i]=mean(y[i,1:n_lambda]);

```

```

meanW[i]=mean(y[i, (1+n_lambda):n]);
meantotal[i]=mean(y[i,:]);

theilCW[i]=shareC[i]*theilC[i]+shareW[i]*theilW[i]
+shareC[i]*log(meanC[i]/meantotal[i])
+shareW[i]*log(meanW[i]/meantotal[i]);
end

#Creación de la tabla de desigualdad
tab = DataFrame(periodo=15000, familias=5000, gamma=gamma, delta=delta,
                betta=betta, alfa=alfa, miz=miz, roz=roz,
                sigmaz=sigmaz, phi=phi, rok=rok, mie=mie,
                roe=roe, sigmae1=sigmae1, sigmae2=sigmae2, roez=roez,
                lambda=lambda, tau=tau, ass=ass, kss,kss,
                giniY=mean(giniY), giniC=mean(giniC), gini=mean(giniA),
                theilY=mean(theilY), theilC=mean(theilC),
                theilW=mean(theilW), theilCW=mean(theilCW)
                Ratio1=mean(ratio1), Ratio2=mean(ratio2),
                Ratio3=mean(ratio3), ShareC=mean(shareC),
                ShareW=mean(shareW), MeanC=mean(meanC),
                MeanW=mean(meanW), MeanTotal=mean(meantotal))

return tab
end
end
CSV.write("desigualdad.csv", tab)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

**Anexo 3. Valores de los parámetros simulados en estado estacionario**

Variable	Descripción	Modelo base	Escenario		
			1	2	3
cc	Consumo de los hogares capitalistas	3.495	3.496	3.496	3.496
cw	Consumo de los hogares de los trabajadores	2.976	2.977	2.977	2.977
a	Activos	51.223	51.224	51.224	51.224
r	Tasa de interés	0.067	0.067	0.067	0.067
w	Salarios	2.976	2.977	2.977	2.977
z	Productividad	1.000	1.000	1.000	1.000
k	Capital	39.322	39.322	39.322	39.322
l	Empleo (horas trabajadas)	1.000	1.000	1.000	1.000
yc	Ingresos de los hogares capitalistas	6.415	6.416	6.416	6.416
yw	Ingresos de los hogares de los trabajadores	2.976	2.977	2.977	2.977
i	Inversión	2.919	2.919	2.919	2.919

**Anexo 4. Valores Nuevos de la ley de movimiento de capital en estado estacionario**

vtheta1	-4.9637	2.0149	4.6021	-0.0419
vtheta2	-4.9430	2.0149	4.5780	-0.0418
vtheta3	-4.9430	2.0149	4.5780	-0.0418
vtheta4	-4.9637	2.0149	4.6021	-0.0419
vtheta5	-4.9637	2.0149	4.6021	-0.0419



