

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



CIDE

**EL CAMBIO INSTITUCIONAL: UN MODELO ABM SOBRE LA INTERACCIÓN DE
LAS ÉLITES Y LOS CIUDADANOS**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA

ITZEL ETZNA ANAID DE HARO LÓPEZ

DIRECTOR DE TESINA:

DR. GONZALO CASTAÑEDA RAMOS

MÉXICO, D.F., OCTUBRE 2013

*A mi bisabuelo Ricardo,
quien me enseñó que nunca se es
demasiado viejo para las travesuras.*

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia por su apoyo durante todo este tiempo; sin ella esto no habría sido posible. A mi papá por haberme enseñado a luchar por mis sueños y metas. A mi mamá por ser siempre tan comprensiva y paciente; por escuchar mis frustraciones y quejas, y por brindarme su apoyo incondicional.

A mis abuelas Chuy y Gloria a quienes, lamentablemente, no vi mucho en estos cuatro años y quienes, a pesar de ello, se preocuparon siempre por mi y me brindaron su apoyo. A mis tíos y tías por permanecer siempre alegres y optimistas aún en los momentos más difíciles. A mi tía Betty porque, a pesar de la separación geográfica, siempre me brindó su apoyo y me motivó a trabajar en esta tesina.

A todos mis profesores por su tiempo y dedicación a lo largo de estos cuatro años. Por ser grandes ejemplos y por presentarnos siempre con retos que no sólo nos desafiaron intelectualmente, sino que también contribuyeron a nuestra formación como personas.

A los Doctores Gonzalo Castañeda, Gustavo del Ángel, Eva Arceo y Enrique Garza por su apoyo y ayuda en la realización de esta tesina.

Al Dr. Gonzalo Castañeda, mi profesor y guía durante esta tesina; sin él, este trabajo no sería posible. A él, un agradecimiento especial por haber complementado mi instrucción académica y cambiado mi forma de ver y analizar la economía.

Al Dr. Gustavo del Ángel por su tiempo y dedicación. Sus consejos enriquecieron, no sólo esta tesina, sino mi formación como economista.

A la Dr. Eva Arceo por su asesoría con el modelo de duración y porque a ella debo gran parte de mis conocimientos econométricos y de STATA.

Al Dr. Enrique Garza por su atención durante todo este proceso y cuyos consejos han contribuido a mi orientación profesional.

A mis amigos y compañeros con quienes compartí alegrías y frustraciones. Me alegra enormemente haber podido convivir y compartido ideas con gente tan valiosa, inteligente, trabajadora y sencilla.

A Itzel, Mario, Alayn y Favela por haber sido mis compañeros de trabajo, con quienes pasé gran parte de mi tiempo y de mis noches de desvelo. Gracias por su paciencia y dedicación que en más de una ocasión me motivó a seguir adelante.

A Rodrigo por haberse tomado el tiempo de leer esta tesina. Por haberme brindado comentarios y hecho correcciones que enriquecieron mi trabajo. A él, por ser un gran amigo y compañero de tesina, por compartir mis alegrías y frustraciones, por motivarme a seguir adelante, y por haberme brindado siempre su apoyo, a pesar de nuestras innumerables discusiones y peleas.

A Ricardo Acosta por su atención y paciencia, por sus bromas y consejos. Gracias a él mi vida en el CIDE fue más llevadera. Sus consejos y apoyo incondicional me ayudaron, en más de una ocasión, a mantener mi temple y a concentrarme en mis estudios durante situaciones difíciles. Gracias, *Richard*, por estar siempre ahí para mi y por darle luz a mi vida.

Índice

Introducción	6
Capítulo 1. Revisión de la Literatura	10
1.1 Recursos y Coaliciones	11
1.2 Las Diferencias Geográficas	13
1.3 La Perspectiva Cultural y la Formación del Estado	14
1.4 El Diseño Institucional	16
1.4.1 Conflicto entre Distintas Facciones de las Élités	16
1.4.2 Conflicto entre Élités y Ciudadanos	18
Capítulo 2. El Modelo ABM	21
2.1 De los Sistemas Adaptables Complejos (CAS)	21
2.2 De los Modelos Computacionales y <i>Agent-Based Models</i> (ABM)	23
Capítulo 3. Aplicaciones de Modelos ABM al Cambio Social y las Movilizaciones	26
3.1 Difusión Democrática	26
3.2 Cambio Institucional	28
3.2.1 De la Explotación de Recursos Naturales y los ABM	28
3.2.2 De la Corrupción y los ABM	30
3.3 Surgimiento de Movimientos Revolucionarios	31
Capítulo 4. Narrativa del Modelo	34
4.1 Sobre Élités y Coaliciones	36
4.2 Sobre la Sociedad Civil	37
4.2.1 Las Relaciones Comerciales y la Resolución de Conflictos	38
4.3 Sobre la Coalición Disidente y la Movilización	39
4.3.1 Movilización de Ciudadanos	40
4.4 La Disputa del Poder y el Cambio de Régimen	41
Capítulo 5. Especificación de las Simulaciones	44
5.1 Variables Endógenas	44
5.2 Variables Exógenas	45
5.3 Escenarios	46
5.4 Especificaciones Adicionales	47
Capítulo 6. Análisis de Resultados del Escenario Base	49
6.1 Años Necesarios para el Cambio de Régimen	49

6.1.1 Análisis para las Simulaciones que Finalizaron a los 112.5 Años	57
6.2 Análisis del Número de Represiones	59
6.2.1 Sobre el Número de Coaliciones en la Cantidad de Represiones	59
6.2.2 Sobre el Porcentaje de Movilizados en la Cantidad de Represiones	61
6.2.3 Sobre el Nivel de Volatilidad en la Cantidad de Represiones	61
6.2.4 Sobre el Nivel de Fragilidad del Pacto en la Cantidad de Represiones	63
Capítulo 7. Análisis de Resultados de los Escenarios con Aversión al Riesgo y Cambio Cultural	66
7.1 Análisis de Medias	66
7.2 Modelo de Duración	70
Conclusión	77
Referencias	79
Apéndice 1. Especificaciones del modelo	83
Módulo A. Determinación de las Condiciones Iniciales (<i>set up</i>)	83
Módulo B. Producción y Acuerdos Comerciales	85
Anexo 1.B.1 Sobre los Recursos y la Capacidad de Producción de las Coaliciones	85
Anexo 1.B.2 Convenios Internos y Resolución de Disputas	86
Anexo 1.B.3 Convenios Externos y Resolución de Disputas	88
Módulo C. La Disputa del Poder y el Cambio de Régimen	89
Anexo 1.C.1 Condición de Equilibrio	89
Anexo 1.C.2 Probabilidad de Protestar	90
Anexo 1.C.3 Sobre las Movilizaciones Sociales	91
Anexo 1.C.3 Sobre el Cambio de Régimen	91
Anexo 1.C.3.1 Cambio de Régimen por la Vía Pacífica	92
Anexo 1.C.3.2 Sobre el Cambio de Régimen Vía Conflicto y las Represiones	92
Módulo D. Escenarios de Simulación Adicionales	94
Anexo 1.D.1 Simulación con Aversión al Riesgo	94
Apéndice 2. Resumen de Ecuaciones	96
Anexo. Análisis de Resultados	99

Introducción

Actualmente, uno de los temas más importantes que las ciencias sociales intentan responder es: ¿a qué se debe que algunos países estén más desarrollados que otros? Esto es relevante para explicar por qué el PIB per cápita es tan diferente entre países como Corea del Sur y Corea del Norte, cuando todavía en 1970 éste era muy similar. Esto también resulta interesante para explicar la diferencia en el PIB entre México y Estados Unidos, ya que, de acuerdo con Coatsworth (1978), en 1700, México y las Colonias Británicas, que posteriormente conformarían Estados Unidos, tenían prácticamente el mismo PIB per cápita. Tan sólo en 1800, el ingreso per cápita en México era más de un tercio del británico y casi la mitad del de Estados Unidos; sin embargo, para 1877 éste consistía sólo en una décima parte del ingreso per cápita de los países industrializados.

En la literatura existen diversas teorías que intentan explicar esta disparidad en el desarrollo de los países. Algunas de éstas enfatizan como factor principal la geografía, los atributos culturales o las instituciones. Tomando a Corea del Sur y Corea del Norte como ejemplos algunos investigadores descartan las dos primeras teorías. Esto es así, ya que ambos países comparten una misma cultura y geografía, y, sin embargo, son muy distintos. Una explicación recurrente es el tipo de instituciones. Corea del Norte se caracteriza por tener un estado autocrático, mientras que Corea del Sur tiene uno democrático, en el que existe un Estado de Derecho y se permite la libre organización de los ciudadanos. Estas diferencias, podrían ser la principal explicación de por qué Corea del Sur presentó un crecimiento más acelerado que Corea del Norte a partir de 1970.

Tomando como fundamento la teoría institucionalista (principalmente la nueva teoría institucionalista), esta tesina busca explicar los factores que hacen que una sociedad pase de ser un régimen de *acceso limitado* a uno de *acceso abierto*. De acuerdo con Douglass North et al. (2009), un régimen de *acceso limitado* es aquél en el que el gobierno se comporta de manera discrecional con sus ciudadanos, existen redes clientelares y no se garantizan los derechos de propiedad. En cambio, un régimen de *acceso abierto*, consiste en un Estado de Derecho que no actúa de forma discrecional y permite la libre participación de los ciudadanos. Así, de acuerdo con la teoría institucionalista, países con un régimen de *acceso abierto* presentarán un mejor desarrollo económico y político que los países bajo un régimen de *acceso limitado*. En virtud de las diferencias en estos dos regímenes, esta tesina se enfoca en explicar los factores que influyen en que un régimen de *acceso limitado* se vuelva *abierto*.

Existen dos teorías alternativas sobre la manera en la que se da este cambio de régimen: que éste surge por decisión de las elites (North et al., 2009) o como resultado de presiones ejercidas por los ciudadanos (Acemoglu y Robinson, 2006). En esta tesina se plantea una tercera alternativa: que el cambio institucional resulta de la combinación de estos dos fenómenos. La justificación es que las elites disidentes necesitan de un cierto poder económico y social para hacer frente a la elite gobernante y así lograr el cambio institucional deseado. Sin embargo, dicho poder no puede ser obtenido por sus propios medios, por lo que requieren del apoyo de la sociedad civil. De esta manera, el modelo busca simular los mecanismos de interacción entre ciudadanos y elites que generan la transición de un régimen de *acceso limitado* a uno *abierto*. Para ello se realizaron diversas simulaciones a partir de un modelo computacional basado en agentes (*Agent Based*

Models), cuyo código y supuestos están basados en una versión preliminar de un modelo de acción colectiva creado por el Dr. Gonzalo Castañeda Ramos, asesor de esta tesina.

Las simulaciones basadas en agentes resultan idóneas para la modelación del cambio institucional. Esto se debe a que permiten analizar cómo es que este cambio surge de manera endógena a partir de la interacción de agentes heterogéneos. A comparación de otros modelos, éstas permiten la reproducción de redes clientelares entre individuos con racionalidad acotada, que tienen memoria y son capaces de aprender y adaptarse en un entorno con incertidumbre. Los modelos ABM también son flexibles puesto que permiten hacer modificaciones en el comportamiento, grado de racionalidad y habilidad de aprendizaje de los agentes, así como en la forma en la que interactúan estos con su entorno y otras entidades. Lo que hace posible una caracterización más realista de los individuos.

Haciendo uso de esta ventaja, en el modelo se realizaron cuatro simulaciones con supuestos diferentes sobre el comportamiento y características de los individuos. Estos supuestos fueron la capacidad de los agentes a cambiar por medio de la interacción con otros individuos (denominado en el modelo como cambio cultural) y la posibilidad de que los agentes fueran aversos al riesgo.

Una vez hechas las simulaciones, se obtuvieron datos sobre el número de represiones y el tiempo de transición del régimen. Con dichos datos se realizaron diversos análisis comparativos para estimar la sensibilidad de las variables ante cambios en la volatilidad de la producción, la conformación del régimen y la capacidad de cohesión de la elite gobernante. Asimismo, se realizó un análisis de medias con el fin de estudiar la variación de los parámetros endógenos debido a diferencias en la caracterización de los individuos. Finalmente, se implementó un Modelo de Duración o Sobrevivencia (*Duration Model*) por medio del cual fue posible estimar el efecto de las variables exógenas en el

tiempo de transición de un régimen. Esto último hizo posible saber que factores tenían una mayor incidencia en la prolongación o aceleración del cambio de régimen.

Con el objetivo de facilitar la comprensión de la teoría institucional y el modelo empleado, así como sus resultados, esta tesina se dividió en siete capítulos. En el Capítulo I se realizó una revisión de la literatura de las diversas teorías que intentan explicar las diferencias en el nivel de desarrollo de los países. El Capítulo II explica qué es el Modelo ABM, sus orígenes y sus ventajas con respecto a otros modelos. El Capítulo III consta de una revisión de las diferentes aplicaciones de los modelos ABM en la explicación del cambio social y las movilizaciones. La descripción del modelo, así como las variables y supuestos de las simulaciones, se encuentra en los Capítulos IV y V. Mientras que el análisis comparativo de los resultados, el análisis de medias y el modelo de duración se muestran en los Capítulos VI y VII. Adicionalmente, se incluyen dos Apéndices y un Anexo. En el Apéndice I se muestran de forma más detallada los supuestos y ecuaciones empleados en la simulación. El Apéndice II consta de una tabla que muestra de forma resumida las ecuaciones empleadas así como sus parámetros y variables. Por último, en el Anexo se incluyen gráficas y tablas que complementan los resultados.

Capítulo 1

Revisión de la Literatura

Varios economistas e historiadores han tratado de explicar los factores que influyen en que unos países se desarrollen más que otros. Una de las teorías más citadas en los últimos años es la teoría institucionalista, en la que se enfatiza la importancia de las instituciones en el crecimiento económico. Douglass North et al. (2009) define a las instituciones como las “reglas del juego”, es decir, los patrones de interacción que gobiernan y restringen las relaciones de los individuos. Éstas pueden ser formales (i.e. leyes) o informales (i.e. normas sociales) y tienen la capacidad de restringir las acciones de los individuos y estructurar la manera en la que estos forman opiniones y creencias. Una definición más formal es la de Avner Greif (2006) en la cual se definen a las instituciones como un sistema de reglas, creencias, normas y organizaciones que en conjunto generan una regularidad en el comportamiento social.

El tipo de instituciones con las que cuenta un país es de gran importancia para el desarrollo económico. Dependiendo del tipo de instituciones se definen los derechos de propiedad, el grado de competencia de mercado y la estructura de incentivos de la economía. De acuerdo con Acemoglu y Robinson (2012) las instituciones pueden clasificarse en inclusivas y extractivas. Estas últimas no pueden generar el cambio tecnológico necesario para el desarrollo del país debido a la falta de incentivos económicos y la resistencia de las élites a realizar cambios que pudieran disminuir sus privilegios. En cambio, las instituciones inclusivas son más propicias a crear una distribución más

igualitaria del ingreso mediante el empoderamiento de un mayor segmento de la sociedad. Asimismo, garantizan los derechos de propiedad y promueven la innovación tecnológica. A fin de que un país pueda crecer se deben implementar instituciones inclusivas con un Estado capaz de proveer orden y hacer cumplir las leyes y los derechos de propiedad.

Existen múltiples teorías de cómo surge el cambio institucional y sobre los factores que determinan si un país tendrá instituciones inclusivas o extractivas. A continuación se presentan, de manera breve, algunas de estas teorías. Primero se expondrá un estudio sobre África, en el que se busca determinar bajo que condiciones la ayuda externa condicionada puede dar paso a un régimen democrático. Posteriormente, se presentarán dos de las principales teorías del cambio institucional: la geográfica y la cultural. Por último, se expondrán las ideas de Douglass North et al., y Daron Acemoglu y James A. Robinson sobre el mecanismo mediante el cual se da el cambio institucional.

1.1 Recursos y Coaliciones

En la literatura existe una amplia variedad de análisis que han buscado explicar por qué en algunos países hay una mayor apertura social que en otros. Tal es el caso del estudio realizado por Michael Bratton y Nicolas van de Walle (1992) con respecto al cambio institucional que se presentó en algunos países del África Subsahariana como resultado de la serie de protestas que se precipitaron después de la caída del muro de Berlín en 1989.

Entre los factores citados para explicar la creciente apertura política en África se encuentran la expansión de la economía mundial, las exitosas revoluciones democráticas en otras partes del mundo y el condicionamiento político al que se sometieron algunos países a

fin de poder recibir ayuda económica. Según los autores, estos factores externos contribuyeron a la precipitación de las protestas más no a su causa.

Para analizar lo anterior, estos autores revisaron las noticias sobre protestas y reformas políticas en un periodo de 18 meses después de la caída del muro de Berlín. El análisis se limitó a aquellos regímenes que tuvieran un cierto potencial para llevar a cabo reformas políticas de manera pacífica, por lo cual se excluyeron de la muestra los países que tuvieron una guerra civil, los que ya contaban con una democracia multipartidista o aquellos en que hubiera un régimen militar que promoviera la transición a un gobierno civil. Se definió la existencia de una reforma política en un país si la elite concedió derechos a sus ciudadanos, tales como la libertad de expresión y de asociación; la creación de varios partidos políticos; el establecimiento de un foro con el objetivo de revisar la constitución, o se convocó a elecciones en las que participaron múltiples partidos.

De una muestra de 16 países concluyen que las élites dan paso a una reforma constitucional cuando éstas se quedan sin recursos políticos y si además surge una nueva coalición con un programa político bien definido. Argumentan que la ayuda externa sólo influye en la reforma política observada en África en la medida en la que las élites dependen de estos recursos. Es decir, en aquellos países en los que los líderes cuentan con grandes recursos existe una mayor probabilidad de que rechacen la ayuda externa, por lo que la introducción de reformas políticas se debe de dar como resultado de la presión de diversos grupos sociales que buscan una mayor apertura política. La credibilidad de estas amenazas, a su vez, dependerá en gran medida de la fuerza y cohesión de los grupos opositores.

1.2 Las Diferencias Geográficas

Otros autores argumentan que la gran división entre países pobres y ricos se debe a las diferencias geográficas. Engerman y Sokoloff (2002) señalan que el clima y los recursos naturales fueron factores de gran importancia que afectaron el tipo de instituciones que se establecieron en América. Para demostrar esto, analizaron las condiciones iniciales de los países latinoamericanos antes de la colonización y el tipo de instituciones que se crearon.

Encontraron que, por una parte, en las colonias con climas y suelos apropiados para el cultivo de azúcar, la existencia de economías de escala hicieron necesario el uso de esclavos para explotar las tierras, lo que generó una mayor desigualdad en la sociedad. Por otra parte, en las colonias con grandes recursos minerales y mano de obra nativa, las élites importaron pocos esclavos y emplearon como mano de obra a los indios, dando también lugar a una mala distribución del ingreso. En cambio, en el actual territorio de Estados Unidos y Canadá, las pocas economías de escala en cultivos y la poca población aborígen permitió la existencia de una sociedad compuesta casi completamente por colonizadores europeos y, por ende, más homogénea.

En aquellas sociedades en las que se dio una desigualdad inicial se acentuaron las instituciones extractivas que garantizan el poder político de las élites. Mientras que en las sociedades que originalmente eran más homogéneas, las instituciones tendieron a ofrecer las mismas oportunidades y por lo tanto se consolidó el desarrollo de instituciones inclusivas.

Cabe mencionar que desde esta perspectiva el efecto geográfico sólo corresponde al origen institucional, ya que la diversidad actual surgió como consecuencia de la inercia institucional. Dos ejemplos claros de esto son la frontera de México-Estados Unidos y la

Mita en Perú. En estos dos casos se ha encontrado que las diferencias geográficas no son significativos y sin embargo, su desarrollo ha sido muy distinto. En el caso de Perú, Melissa Dell (2010) argumenta que la diferencia entre las zonas que sufrieron la influencia de la Mita y las que no, no se debe a factores geográficos, sino al efecto negativo que tuvo la Mita en la creación de derechos de propiedad.

1.3 La Perspectiva Cultural y la Formación del Estado

Otros científicos sociales consideran que la cultura de una sociedad define el tipo de instituciones que se crean. La teoría seminal proviene de Max Weber (1904/2003) quien argumentaba que la ética protestante jugó un papel importante facilitando el surgimiento de la sociedad industrial moderna de Europa Occidental. Esta hipótesis, no sólo considera a la religión como un factor importante, sino que también enfatiza el papel de la ética, las creencias y los valores.

En este mismo sentido, Francis Fukuyama (2011) afirma que una de las principales razones por las que los países pobres no pueden alcanzar altas tasas de crecimiento se debe a la ausencia de un Estado de Derecho fuerte. Qué tan fuerte o débil sea éste depende del tipo de instituciones establecidas y éstas a su vez del sistema de creencias de la sociedad. Este autor analiza y compara las diferentes instituciones que surgieron en sociedades como India, China y Europa. Encuentra que en las sociedades de China e India, a pesar de haber comenzado como federaciones organizadas en clanes, de haber tenido un culto de adoración a ancestros y una división de trabajo entre sacerdotes y gobernantes, difirieron en gran medida en el tipo de instituciones.

En China la formación del estado fue guiada principalmente ante la necesidad de mantener un gobierno fuerte durante el periodo de guerra. La pérdida física de la aristocracia como consecuencia de las constantes guerras y la falta de recursos fiscales tuvo como consecuencia la consolidación progresiva de tierras feudales en estados, la centralización del poder político y el crecimiento de un ejército y una administración moderna e impersonal cuyo proceso de selección era meritocrático.

En la India, en cambio, no hubo grandes guerras que llevaran a la sociedad a la creación de un complejo sistema burocrático. Su sistema legal no emanó de una autoridad política como en China, sino que tuvo su origen en la religión. Los *raja* (gobernantes) sostenían el poder político pero su legitimidad residía en el ritual de los *Brahmins* (sacerdotes). Dado que la clase de los *Brahmins* tenía un gran interés en mantener su posición, la enseñanza y la alfabetización fueron restringidos a la clase privilegiada. De igual forma, en la milicia, el sistema jerárquico de los *varmas* y *jatis* restringió de forma severa el acceso a la educación en la gran mayoría de la población. Esto redujo de manera sustancial la disponibilidad de administradores competentes, lo que, a su vez, constituyó un gran obstáculo para la formación de un estado centralizado fuerte.

En Europa, la formación de instituciones tuvo una dinámica completamente distinta a la de China e India. En este caso, la formación de un Estado de Derecho precedió la formación de la nación-estado y su origen residió en la religión. Antes de que existieran naciones-estados, los europeos ya contaban con una gran libertad de elección en cuanto a sus relaciones sociales y en cuanto al manejo de sus tierras y bienes inmuebles. Posteriormente, con la Ilustración, surgieron nuevas teorías sobre la soberanía basada en la autoridad de un rey, nación o pueblo que terminaron por eliminar la concepción de la religión como poder político legítimo.

1.4 El Diseño Institucional

La teoría cultural, al igual que la geográfica, fallan en explicar las diferencias en crecimiento presentes en países como Corea del Norte y Corea del Sur. Los cuales, hasta su separación en 1948, compartían una misma historia y cultura. Sin embargo, conforme pasa el tiempo la brecha entre los dos países se vuelve más acentuada. Dado el fracaso de estas dos teorías, Daron Acemoglu y James A. Robinson (2006, 2012) proponen una tercera alternativa: la falta de cambio institucional. A fin de entender los factores que inhiben el desarrollo económico y político es necesario entender cómo surge el cambio institucional. Sobre este aspecto se pueden plantear dos teorías alternativas: que el cambio se da por decisión de las élites o que este surge como resultado de presiones ejercidas por los ciudadanos.

1.4.1 Conflicto entre Distintas Facciones de las Élités

En *Violence and Social Orders* (2009), Douglass North et al. sostienen que uno de los problemas más importantes con el que los humanos deben lidiar es la violencia. Para ello, cada sociedad crea una serie de instituciones en las que se establecen los incentivos necesarios para limitar el poder de los individuos. En su libro hablan de tres principales patrones institucionales que denominan “ordenes sociales”. Estos son: el orden social de *Cazadores-Recolectores*, el orden social de *Acceso Limitado* (también conocido como *Estado Natural*) y el orden social de *Acceso Abierto*. Dado que el objetivo de los autores es explicar la dinámica institucional de los últimos diez mil años excluyen de su análisis el primer orden social.

De acuerdo con los autores, el orden de *Acceso Limitado* se caracteriza por los siguientes factores: economías con tasas de crecimiento bajas y muy vulnerables a choques externos; implementación de políticas sin el consentimiento de los gobernados; tener un número pequeño de organizaciones, y la existencia de gobiernos centralizados y pequeños. Estas sociedades presentan una estructura jerárquica, por lo que la aplicación de la ley no es uniforme a través de los diferentes estratos sociales y los derechos de propiedad están raramente garantizados. En cambio, los ordenes de *Acceso Abierto* se caracterizan por sociedades ricas con abundantes organizaciones, gobiernos grandes y descentralizados, y relaciones sociales impersonales que permiten la existencia de un Estado de Derecho que protege de manera efectiva los derechos de propiedad y que promueve la igualdad y la justicia.

De acuerdo con North et al., los países pobres tienden a crecer más rápido que los países ricos, sin embargo, permanecen pobres debido a que experimentan con mayor frecuencia tasas de crecimiento negativas y episodios extendidos en los que disminuye mucho su ingreso. Debido a que estos países no cuentan con instituciones estables como las que se forman en los ordenes de *Acceso Abierto* su ingreso tiende a caer mucho más que en los países desarrollados cuando se presentan periodos de crisis. Por ello es de gran importancia que para su desarrollo realicen la transición de un régimen de *Acceso Limitado* a un orden de *Acceso Abierto*. Esta transición implica una serie de cambios en la política que garanticen los derechos de propiedad a través de una mayor participación de los ciudadanos e instituciones más transparentes que permitan la creación de organizaciones y partidos políticos.

Esta transición se da en dos etapas. Primero, el estado natural debe de desarrollar arreglos institucionales que permitan a las élites la creación de relaciones impersonales

entre las élites. Segundo, el cambio se da cuando la coalición dominante decide extender el Estado de Derecho de las élites a los ciudadanos. Sobre este aspecto, North et al. no profundizan en las razones por las cuales la elite estaría dispuesta a ceder sus privilegios para extender el Estado de Derecho a los ciudadanos. Tampoco mencionan el papel que han desempeñado las revoluciones en el cambio institucional. Desde su perspectiva, el cambio institucional surge solamente como resultado de un conflicto entre élites y no entre élites y ciudadanos.

1.4.2 Conflicto entre Élite y Ciudadanos

Contrario a los artículos anteriores, Acemoglu y Robinson (2006) consideran que una transición democrática que lleve a la implementación de instituciones más inclusivas se forma a partir del conflicto entre élites y ciudadanos. Coinciden con North et al. en cuanto a que, en la mayoría de los casos, los cambios políticos no suceden simplemente porque los ciudadanos los demanden, sino porque la elite extiende el derecho a votar a la ciudadanía.

De acuerdo con los autores, ante la posibilidad de una revolución, la elite puede optar por extender derechos a sus ciudadanos o por reprimirlos. En primera instancia es necesario que la amenaza de una revolución sea creíble. Para ello es fundamental que los ciudadanos estén bien organizados, ya que de lo contrario se facilita la represión por parte de las élites. Asimismo, una ciudadanía más organizada y fuerte tiene mayor probabilidad de consolidar una democracia al ser más resistente ante posibles golpes de Estado.

En cuanto a las élites, la decisión de extender la ciudadanía o emplear la represión depende mucho de la conformación de la sociedad. Si la distribución del ingreso es muy desigual, las élites pueden temer que al conceder derechos a sus ciudadanos, estos

implementen políticas redistributivas que afecten enormemente sus intereses; de ser así, preferirán la represión. Acemoglu y Robinson (2006) argumentan que la existencia de una clase media relativamente grande es fundamental para la creación de una democracia. Dado que la clase media es más próspera, tiende a apoyar políticas más cercanas a las preferidas por las élites y por lo tanto, las élites temerán menos ceder parte de sus privilegios para dar paso a una transición democrática.

En su libro *Why Nations Fail?*, Acemoglu y Robinson explican con diversos ejemplos históricos la importancia de la existencia de instituciones inclusivas para el crecimiento. Argumenta que la falta de “destrucción creativa” (el equivalente a la competencia para los economistas) en los regímenes con instituciones extractivas impide el avance tecnológico y por ende, el crecimiento económico. Para estos autores, la combinación de la centralización del poder con la implementación de instituciones inclusivas que permitan la competencia es lo que da paso al crecimiento sostenido de las naciones. Esta conclusión es importante en un contexto internacional en el que se observa el gran crecimiento económico de China, aún cuando este país cuenta con instituciones extractivas.

En comparación con North et al., Acemoglu y Robinson logran explicar de manera más detallada los factores que pueden hacer que las élites den o no el paso a una mayor apertura política, así como los elementos necesarios para que se de un crecimiento sostenido de las naciones. En esta tesina se presentará un modelo alternativo en el que se combinan las ideas de North et al., y Acemoglu y Robinson de una manera novedosa, en la que tanto la elite como los ciudadanos juegan un papel importante en la formación de un régimen de *Acceso Abierto*. La interrelación entre estos dos grupos es lo que dará paso a un nuevo régimen, por medio de alguna facción de la elite que se encuentre en contra de la

elite gobernante y por medio del descontento social de los ciudadanos que le confieren recursos y legitimidad a la elite disidente.

Capítulo 2

El Modelo ABM

2.1 De los Sistemas Adaptables Complejos (CAS)

A fin de poder modelar el cambio institucional es necesario entender que este proceso surge de manera endógena mediante la interacción de actores capaces de razonar y tomar decisiones que guían la renovación institucional. En general, la dificultad de modelar la dinámica social ha llevado a la creación de modelos muy estáticos con supuestos poco realistas. Un ejemplo de la importancia de la creación de modelos más dinámicos es el modelo creado por Smajgl, Izquierdo y Huigen (2008) en el que se estudia el efecto de una legislación en el comportamiento de las personas. En este modelo también se toma en cuenta cómo la población puede influir en el diseño y ejecución de la legislación. Por consiguiente, se considera que el modelo es dinámico, ya que toma en cuenta el proceso de interacción entre individuos e instituciones.

En la vida real, el cambio institucional no se da por medio de un controlador central o un coordinador, sino como resultado de la interacción social. A este tipo de fenómeno se le conoce como patrón emergente¹ y es una característica inherente a todo Sistema Adaptable Complejo (Johnson, 2007). El concepto de sistema complejo surgió por primera vez en las matemáticas y en la física. De acuerdo con Rosser (1999) un sistema es complejo si endógenamente no tiende de forma asintótica a un punto fijo o a un ciclo finito. En el

¹ De acuerdo con Paul Krugman (1996) un ejemplo de esto es el equilibrio de mercados descrito por Adam Smith como producto de la “mano invisible”.

ámbito social y biológico, un Sistema Adaptable Complejo (CAS) se define como “...una colectividad de agentes que al interactuar entre sí y adaptarse al entorno produce fenómenos sofisticados y auto-similares (o propiedades emergentes) que no son el resultado directo de las propiedades inherentes a los agentes individuales” (Castañeda, 2013). Un Sistema Adaptable Complejo se caracteriza por un conjunto de agentes heterogéneos que interactúan de manera local en un determinado espacio. Estos agentes tienen racionalidad acotada, por lo que su comportamiento y estrategias estarán condicionados por su entorno y acciones pasadas (Johnson, 2007).

En las ciencias sociales, los sistemas complejos se han empleado para explicar fenómenos como el surgimiento de *path dependence*² en la evolución tecnológica (ejemplos de esto son el sistema QWERTY³ y la prevalencia del formato de video VHS por encima del Beta⁴) y el desarrollo regional, así como para analizar la aparición de discontinuidades como el colapso de los mercados financieros (Rosser, 1999). Una forma sencilla de ilustrar dichas discontinuidades es por medio del modelo de la Pila de Arena de Bak, propuesto en 1987 por Bak, Tang y Weisenfeld. Este modelo resulta de gran utilidad para ejemplificar cómo es que un sistema complejo puede adquirir comportamientos particulares en presencia de un alto grado de interacción entre agentes y cómo dichas perturbaciones, al alcanzar un estado crítico, pueden llegar a impactar de manera global en el sistema (Castañeda, 2013).

Para entender lo anterior, el lector puede imaginar una pila de arena. En la que cada grano va cayendo de manera aleatoria. Conforme ésta crece, los granos van desplazando a

² Paul David (2000) define *path dependence* como un proceso estocástico cuya distribución asintótica evoluciona como consecuencia (o como función) de un proceso histórico.

³ Ver el artículo de Paul David (1985).

⁴ Ver el artículo de Brian Arthur (1990).

otros creando pequeñas avalanchas. El proceso se repite hasta que se llega a un punto de saturación en el que ya no es posible que la pila crezca en altura; los granos de arena adicionales caen y forman avalanchas que evitan su crecimiento vertical pero que contribuyen a ensanchar la base. A este fenómeno se le conoce como estado crítico de auto-organización (*self-organized critically*⁵) y se distingue por una distribución de las avalanchas conforme a la ley de la potencia. De acuerdo con esta última, las avalanchas grandes ocurren con una menor frecuencia que las pequeñas, contrario a como sucede con una distribución normal, en la cual, las avalanchas grandes y pequeñas serían poco frecuentes (Castañeda, 2013). Debido a la característica discontinua y no lineal de los sistemas complejos, los investigadores tienen que hacer uso de simulaciones en computadora, como el que se presenta a continuación.

2.2 De los Modelos Computacionales y *Agent-Based Models* (ABM)

Recientemente el uso de simulaciones en computadora ha adquirido una mayor relevancia en las ciencias sociales. Esto se debe, en gran parte, a los avances tecnológicos que hicieron posible la simulación de modelos cada vez más complejos. El uso de esta tecnología en las ciencias sociales comenzó con el desarrollo de los Sistemas Multi-Agentes (MAS por sus siglas en inglés). Estos, a su vez, surgieron a partir de la creación de una tecnología de inteligencia artificial denominada *Distributed Artificial Intelligence* (DAI), la cual tenía como objetivo la resolución de problemas por medio de la división de procesos entre

⁵ Paul Krugman (1996) define a los sistemas auto-organizados (*self-organizing systems*) como “sistemas que, tanto si se originan bajo unas condiciones prácticamente homogéneas como aleatorias, acabarán invariablemente por dar lugar a sistemas de gran tamaño de manera espontánea” (Tomado de la edición en español, p. 7).

diferentes programas, cada uno de ellos con un conocimiento y experiencia particular. Pronto los investigadores se dieron cuenta de la utilidad de esta tecnología y la empezaron a utilizar para modelar fenómenos sociales (Gilbert y Terna, 2000).

Los ABM se conforman de un conjunto de entidades autónomas denominadas agentes, los cuales toman decisiones a partir de un conjunto de reglas; esas reglas también se pueden modificar, pues los agentes son capaces de aprender y evolucionar. Con la ayuda de programas computacionales, los ABM pueden modelar la interacción entre agentes. Esto permite explorar relaciones y patrones emergentes que de otra forma serían muy complicados de resolver con métodos matemáticos convencionales (Bonabeau, 2002).

A diferencia de otros métodos analíticos que empiezan por caracterizar el equilibrio de sistema (enfoque “top-down”), los ABM emplean un enfoque del tipo “bottom-up”, en el cual se comienza por definir ciertas condiciones iniciales (i.e. el conjunto de reglas, la forma en la se relacionan los agentes, el entorno, entre otras) a partir de las cuales pueden surgir patrones emergentes (Cardoso, Bert & Podestá, 2011). Entre los diversos beneficios de los modelos ABM se encuentran el que ofrecen una descripción más realista de un sistema, su capacidad de explicar patrones emergentes y además, su flexibilidad que les permite realizar modificaciones al comportamiento, grado de racionalidad, y habilidad de aprendizaje e interacción de los agentes con su entorno y otras entidades (Bonabeau, 2002). En conclusión, los modelos ABM pueden ser de gran utilidad cuando:

1. El comportamiento de los individuos es no-lineal, lo cual complica su análisis mediante el uso de ecuaciones diferenciales.
2. Los individuos se comportan de forma *path dependence*, dado que tienen memoria y son capaces de aprender y adaptarse.

3. Las interacciones entre agentes son heterogéneas y pueden generar efectos característicos de sistemas de redes (Bonabeau, 2002).

Capítulo 3

Aplicaciones de Modelos ABM al Cambio Social

y las Movilizaciones

Como se mencionó en el capítulo anterior, el uso de simulaciones en computadora, en especial de modelos ABM, ha adquirido una mayor relevancia en las ciencias sociales. Actualmente, existe una amplia gama de modelos que intentan explicar los cambios tecnológicos, la segregación étnica, el tráfico, entre otros fenómenos. Este capítulo se enfocará principalmente en modelos sobre cambio institucional, implementación de reglas y difusión democrática. Primero se expondrán dos artículos relevantes sobre cómo se da la esta última. Posteriormente, se analizarán tres artículos de cómo se puede dar el cambio de instituciones y de reglas. Y finalmente, se verán las condiciones necesarias para el surgimiento de un movimiento revolucionario.

3.1 Difusión Democrática

Existen diversos enfoques o teorías sobre el surgimiento de las democracias. Uno de ellas es la formación de éstas como resultado del contagio con otras democracias exitosas. Existe evidencia de que su aparición se da en forma coordinada intertemporal y espacialmente. En 1991, Huntington encontró, con datos históricos, la existencia de tres oleadas democráticas y observó como también éstas tendían a formar *clusters*.

Una de las teorías que intenta explicar esto está basada en el supuesto de que los países autocráticos tienen mayor probabilidad de volverse democráticos cuando están

rodeados de estos últimos. Con el fin de demostrar lo anterior, Cederman y Gleditsch (2004) emplean un modelo ABM que combina la lógica de la selección natural con un mecanismo adaptativo a fin de explicar cómo se da la democratización.

Para ello, los autores definen aleatoriamente, en una cuadrícula, cada país con sus fronteras y si son o no democracias. Los países deciden, en cada periodo, si atacar a alguno de sus países vecinos con una probabilidad pequeña (debido a los altos costos). Quien gane conquista el territorio del perdedor e impone su régimen. Siguiendo las ideas de Kant sobre la Paz Democrática, los autores asumen que las democracias no se atacan entre sí.

Observan que, dado que democracias aisladas tienen una mayor probabilidad de sucumbir a un régimen autocrático, la formación de *clusters* resulta de gran relevancia para éstas, ya que les permite mantenerse más tiempo en paz y compartir recursos que les ayudan a defenderse de sus atacantes. Con esto concluyen que el surgimiento de las democracias se da como resultado de la necesidad de sobrevivir a los ataques de los países no democráticos.

Una teoría alternativa para explicar el agrupamiento temporal y geográfico observado por Huntington (1991) es la expuesta por Elkins en 2007. Este autor provee una explicación alternativa, basada en un modelo de formación de ideas. Las cuales influyen en las actitudes de los individuos que dan paso al cambio democrático. Tomando como supuesto que los individuos ajustan su actitud dependiendo de la diferencia en opiniones con respecto a otros agentes, asumen que las ideas y opiniones tienden a converger cuando la diferencia entre ellas es muy pequeña. En cambio, si ambos agentes tienen ideas muy diferentes, cambiarán sus actitudes de tal forma que éstas se alejen aún más.

En general se asume que la comunicación entre individuos toma lugar, principalmente, entre ciudadanos de un mismo país y en un menor grado, con personas en

países vecinos. Dado que la interacción entre individuos puede generar que los individuos tomen una postura más democrática, los gobernantes de regímenes autocráticos tratarán de limitar la información proveniente de países democráticos.

De lo anterior, los autores definen la diferencia entre un país democrático y uno autocrático por el nivel de aislamiento y por las barreras a la difusión de información. Encuentran que entre más alto es el nivel de aislamiento de un régimen, menor es la probabilidad de comunicación entre fronteras y por ende se presenta una menor difusión de las actitudes democráticas. En cambio, entre menor sea la censura y mayor la promoción de actitudes democráticas se observa una mayor agrupación geográfica. Esto implica que la difusión de valores democráticos sí es un factor importante para la formación de *clusters*.

3.2 Cambio Institucional

En esta parte se presentarán tres artículos: los dos primeros explican cómo se da el cambio en normas y su relevancia para resolver problemas de provisión de bienes públicos. El tercer artículo presenta una aplicación sobre el cambio institucional, en el que se modela la transición de un Estado corrupto a uno no corrupto y se evalúan las condiciones necesarias para que se de este cambio.

3.2.1 De la Explotación de Recursos Naturales y los ABM

Como se mencionó en el primer capítulo, el cambio institucional puede modelarse como un fenómeno que surge de manera endógena o exógena. A fin de demostrar que el cambio institucional puede surgir endógenamente, Smojgl, Izquierdo y Huigen (2010) realizan un

modelo sobre explotación de recursos naturales. Según el modelo, los agentes son agricultores y requieren de semillas y agua para sus cultivos en una proporción que depende del tamaño de su terreno. Sus acciones se ven afectadas por los demás de dos formas: (i) la demanda por semillas cambia su precio y (ii) la demanda del agua define el stock disponible para su consumo.

Empleando un modelo en el que los agricultores continuamente cambian sus expectativas dependiendo de las ganancias pasadas, los autores modelan cómo el establecimiento de reglas afecta sus beneficios futuros. El cambio en las normas se da cuando los beneficios de un periodo son menores a sus beneficios esperados y por lo tanto, los agentes diseñan una regla a fin de evitar un exceso en la demanda de semillas o agua. Una vez creada la norma, la envían a un agente encargado de seleccionar al azar una de las reglas recibidas y de hacer que al menos un 50% de los ciudadanos la cumpla.

Por medio del análisis de diferentes escenarios, los autores encuentran que en el caso con agentes homogéneos y sin incertidumbre, la implementación de una regla no hace diferencia alguna, ya que agentes idénticos encuentran, eventualmente, el punto máximo de explotación. Sucede lo contrario si existe incertidumbre: la implementación de reglas se vuelve de vital importancia para lograr acercarse al beneficio máximo. Lo importante es que, incluso si la selección de la regla es aleatoria, el aprendizaje del grupo permite mejores reglas que rápidamente aumentan sus beneficios. En el caso en el que los agentes son heterogéneos, la implementación de reglas parece ser contraproducente. Como cada uno busca su propio beneficio, cualquier regla tenderá a disminuir las ganancias de los demás. En conclusión, en un ambiente con incertidumbre es necesario que la población sea más homogénea a fin de que la implementación de reglas sea más beneficiosa que contraproducente.

Otro modelo sobre explotación de recursos es el de Bravo (2011) con el cual analiza cómo el cambio institucional puede evitar que los agentes se queden atrapados en la Tragedia de los Comunes. Encuentra que efectivamente el cambio de expectativas con respecto al nivel de explotación hace que los agentes implementen reglas que no sólo evitan la sobre explotación de los recursos, sino que además aumentan la biomasa y sus ganancias.

3.2.2 De la Corrupción y los ABM

Utilizando un modelo ABM, Hammond (2000) explica cuales son las condiciones necesarias para que un Estado pase de tener un nivel alto de corrupción a uno bajo. Por medio de un dilema del prisionero, el autor define las estrategias y pagos de los ciudadanos. Si en la interacción entre dos agentes, alguno de ellos decide ser corrupto, el agente no corrupto lo delatará ante el gobierno. Después de una cierta cantidad de periodos, este último revisará el número de reportes de cada agente y si excede una cierta cantidad procederá a su encarcelamiento. Hammond (2000) supone que los agentes tienen una cierta predisposición a ser corruptos o no corruptos, pero que, a pesar de ello, pueden emplear la estrategia no predominante cuando observan que muchos agentes a su alrededor han sido arrestados.

El autor encuentra que para que se dé una disminución en el nivel de corrupción es necesario que los agentes sean heterogéneos. También encuentra que, contrario a lo que diría la intuición, un Estado menos transparente tiene una mayor probabilidad de transitar a menores niveles de corrupción. Esto se debe a que la opacidad en el proceso de encarcelamiento aumenta la incertidumbre y disminuye la probabilidad de que los agentes sean corruptos.

3.3 Surgimiento de Movimientos Revolucionarios

Uno de los modelos más representativos para explicar el surgimiento de movimientos civiles es el modelo de Epstein (2002). En el se estiman los factores que ocasionan que los ciudadanos se unan con el fin de protestar en contra del régimen. Los ciudadanos basan sus decisiones sobre volverse rebeldes en dos parámetros: qué tan legítimo consideran que es el régimen y su nivel de privación. Estas variables funcionan en sentidos opuestos. Es decir, puede suceder que un individuo con un gran nivel de privación decide no rebelarse porque considera que el gobierno es legítimo.

Una vez que los agentes se vuelven rebeldes, deciden protestar contra el gobierno dependiendo de la cantidad de policías y rebeldes a su alrededor. Si hay una mayor proporción de rebeldes que de policías correrán el riesgo y se revelarán; si sucede lo contrario, permanecerán calmados. Epstein (2002) encuentra que las rebeliones pueden aparecer en zonas con una baja densidad de policías, aún cuando exista un nivel bajo de descontento. Asimismo, los datos artificiales muestran que las revueltas no surgen de forma progresiva, sino que se dan de forma súbita. En especial, se observa un aumento en el número de rebeldes cuando se da una disminución repentina de la legitimidad, aún y cuando ésta sea pequeña.

Una extensión a este modelo es la realizada por Kim y Hanneman (2010), quienes pretenden explicar el surgimiento de huelgas y para ello modelan la interacción entre agentes heterogéneos en cuanto a su nivel de salario y sus rasgos étnicos. Los autores concluyen que estos dos aspectos son de gran relevancia para explicar las condiciones bajo las cuales los ciudadanos se unen y protestan. Por una parte, un menor nivel de salario aumenta el descontento y, por lo tanto, la probabilidad de que surja una revuelta. Por la

otra, una mayor diferencia étnica disminuye la cohesión entre trabajadores y mitiga la magnitud de las protestas. Los autores también encuentran que con el paso del tiempo, la probabilidad de que surja una revuelta disminuye.

Como se vio en los dos artículos anteriores, un mayor grado de desigualdad y de privación económica hace más probable el surgimiento de revoluciones. En ambos casos, la distribución de los recursos se definía exógenamente desde un principio. A diferencia de los dos artículos anteriores, Cioffi-Revilla y Rouleau (2010) realizan un modelo en el cual el nivel económico de los agentes es endógeno, ya que éste cambia continuamente como consecuencia de la sobre explotación de recursos. Asimismo, los policías implementan políticas enfocadas a mitigar la privación económica con el fin de evitar posibles insurgencias. Concluyen que cambios negativos en el nivel de recursos, como consecuencia de una sobre explotación, pueden provocar la caída de un régimen aún con niveles bajos de corrupción e ineficiencia.

Estos modelos, en la realidad, resultan de gran importancia porque permiten a los gobiernos tener una mayor claridad de los factores que provocan revueltas y así poder implementar políticas públicas que disminuyan el descontento social y garanticen la continuidad del régimen. Un ejemplo claro de su utilidad es el modelo de Bennett (2008), inspirado en la ocupación del ejército estadounidense en Iraq. En este modelo, los ciudadanos apoyan o repudian a los rebeldes dependiendo de sus niveles de miedo, enojo y propensión a la violencia.

Bennett (2008) concluye que la precisión (probabilidad de que en un ataque no haya daño colateral) de los soldados americanos tiene una mayor influencia en el surgimiento de revueltas que su efectividad (habilidad para capturar o matar rebeldes). Es decir, que los ciudadanos tienden a aumentar su nivel de enojo mucho más cuando existe daño colateral

que cuando capturan a muchos rebeldes. Esto es importante porque a partir de dicha conclusión Estados Unidos podría cambiar su estrategia militar a fin de evitar mayores enfrentamientos entre los insurgentes iraquíes y los soldados americanos.

Capítulo 4

Narrativa del Modelo

El presente modelo tiene como objetivo el simular la interacción entre las élites y la sociedad civil con el fin de observar bajo que condiciones una sociedad puede transitar de un régimen de acceso limitado a uno de acceso abierto. Para poder analizar lo anterior se realizó un modelo ABM, el cual permite observar como surgen patrones emergentes a partir de la interacción entre agentes heterogéneos (i.e. el cambio institucional). La plataforma de programación empleada fue *NetLogo*, la cual puede ser descargada de forma gratuita de su página web: ccl.northwestern.edu/netlogo/

El modelo descrito a continuación es una versión reducida del modelo más general creado por el Dr. Gonzalo Castañeda Ramos (2013), asesor de esta tesina⁶. En el, se combinan las teorías de North et al. y de Acemoglu y Robinson para demostrar que el cambio institucional no surge únicamente por decisión de las élites o por presiones de la sociedad civil, sino como una mezcla de ambos. La justificación es que las élites disidentes necesitan de un cierto poder económico y social que les permita enfrentarse a la elite gobernante, donde dicho poder es conferido por medio del apoyo de los ciudadanos.

Bajo el régimen de acceso limitado, los ciudadanos aceptan el *status quo* siempre y cuando reciban una fuente segura de ingresos y no sean víctimas de resoluciones injustas en caso de existir conflictos. La presencia de estas últimas puede inducir la movilización de los ciudadanos en busca de relaciones contractuales más justas. Este marco jurídico será

⁶ Un antecedente a este modelo se presenta en la tesis de Maestría de Erick Limas (2011).

ofrecido por las élites disidentes a fin de atraer a más ciudadanos y aumentar su poderío *vis-a-vis* la coalición dominante.

Se considera que una sociedad puede transitar a un régimen de *acceso abierto* cuando las élites se fisuran y la sociedad civil se rebela ante agravios recibidos en el régimen de *acceso limitado*. De no darse ambas condiciones, ni los ciudadanos ni las élites disidentes podrían enfrentarse a la coalición gobernante. Por ejemplo, sin élites dispuestas a desafiar el *status quo*, los ciudadanos no tendrían la capacidad política y económica para enfrentarse a la elite gobernante, ya que en un régimen de *acceso limitado* los ciudadanos dependen de los recursos ofrecidos por las élites y no tienen forma de influir en las decisiones gubernamentales. Asimismo, sin ciudadanos, las élites disidentes no tendrían el poder económico y político para hacer frente a la coalición gobernante.

En cuanto al cambio de régimen, éste puede darse de forma pacífica cuando una o varias coaliciones disidentes obtienen un poder económico y político superior a la coalición gobernante que termina por modificar el balance de fuerzas; o de forma violenta, cuando la coalición gobernante reprime a la disidente y esto termina por generar tal descontento que la disidente logra derrocarla.

A fin de modelar lo anterior, se definieron tres unidades de análisis: las élites, los ciudadanos y las coaliciones. Las élites controlan los recursos y forman coaliciones. Cada ciudadano se afilia a una coalición y mantiene relaciones comerciales y sociales con ciudadanos dentro y fuera de su coalición. Es decir, la sociedad civil mantiene una relación vertical con las élites que les proporcionan recursos y relaciones horizontales entre ciudadanos.

A continuación se explicarán los detalles del modelo. Este capítulo está dividido en cuatro secciones. En la primera se explican las élites y la formación de coaliciones. La

segunda trata sobre los ciudadanos, sus relaciones comerciales y la resolución de conflictos. La tercera versa sobre como una coalición puede adquirir poder y enfrentarse a la elite gobernante. La última es sobre la disputa del poder y el cambio de régimen.

4.1 Sobre Élites y Coaliciones

Como se mencionó anteriormente cada elite controla una cierta cantidad de recursos físicos o naturales que combinados con la mano de obra de los ciudadanos hace posible el proceso de producción. Asimismo, las élites forman grupos o, como aquí se denominan, coaliciones, a las cuales los ciudadanos se encuentran afiliados. En el modelo se definen tres tipos de coaliciones: gobernante, cooptada y disidente.

La coalición gobernante es la encargada de establecer un mecanismo de gobierno dedicado a la resolución de disputas comerciales que recurrentemente se producen entre los miembros de la sociedad civil. Esta coalición también se encarga de cobrar impuestos a las demás coaliciones, dejando exentos a los ciudadanos por razones de simplificación. Las élites no gobernantes están conformes con el pago de impuestos siempre y cuando el *status quo* prevaleciente les genere recursos suficientes, donde estos recursos se derivan tanto de su poder económico relativo como del grado de satisfacción de los ciudadanos que se encuentran afiliados a sus redes. A las coaliciones que pagan impuestos y tienen un nivel de utilidad tal que están dispuestas a mantener el *status quo* se les denomina coaliciones cooptadas, mientras que a aquellas que se encuentran en contra de la coalición gobernante se les llama disidentes.

En la simulación, la conformación de las coaliciones se da de forma exógena y desde el inicio de la corrida. Las élites establecen de forma aleatoria lazos con otras élites y forman coaliciones. A estas últimas, se agregan los ciudadanos por medio de la creación de

redes clientelares con las élites, las cuales se establecen de manera endógena. Al principio se define a la coalición gobernante como aquella con el mayor poder económico, mientras que a las demás se les denomina como cooptadas. El poder económico de cada coalición se define a partir de la agregación de la capacidad de producción de cada una de las facciones integrantes, la cual depende, principalmente, de sus recursos y del tamaño de la red ciudadana que se encuentra conectada con la elite. En contraste, una coalición disidente se forma cuando la utilidad de una coalición cooptada en el *status quo* se encuentra por debajo de un determinado umbral.

4.2 Sobre la Sociedad Civil

En el modelo se considera que la sociedad civil está integrada por individuos de entre 20 y 70 años. Esto no quiere decir que los individuos nazcan a los 20 y mueran a los 70, sino que se considera que en ese rango de edades es cuando los individuos participan activamente en asuntos políticos y económicos. Al inicio de la simulación se asigna a cada ciudadano una edad que va de los 20 a los 40. Esta asignación se da de manera aleatoria mediante una distribución uniforme ($U[20,40]$). Posteriormente, cada uno crea, al azar, vínculos con otros ciudadanos con el fin de formar una red social por medio de la cual fluirá la información. Para ello se asume que es más probable que los individuos establezcan relaciones sociales con otros ciudadanos de su misma coalición que de una coalición diferente. Una vez cumplidos los 70 años, el individuo deja de participar activamente en la sociedad, por lo que desaparece y es reemplazado por otro agente de 20 años, el cual hereda la red clientelar y social de su sucesor.

4.2.1 Las Relaciones Comerciales y la Resolución de Conflictos

En el régimen de *acceso limitado* la sociedad civil necesita vincularse con alguna elite a fin de poder obtener ingresos. La relación entre elite-ciudadano es de carácter clientelar, ya que a cambio de ofrecer su trabajo, los ciudadanos obtienen ingreso y protección jurídica en función de su posición jerárquica dentro de la coalición y de su nivel económico. Sin embargo, ésta no es la única forma por la cual un ciudadano adquiere riqueza; también mantienen relaciones comerciales con otros miembros de la sociedad (fuera y dentro de la coalición a la que pertenecen) que les proporcionan ingresos adicionales.

Al principio de la simulación se define al azar la naturaleza de los ciudadanos (cooperadores u oportunistas). Ésta no es definitiva para el individuo, ya que puede llegarse a presentar un cambio cultural por medio de la comparación de los beneficios obtenidos como cooperador o como oportunista. En cuanto a las relaciones comerciales, éstas tienen la forma de un dilema del prisionero. En éste, ambos agentes tienen un mayor beneficio derivado del comercio si los dos cooperan, es decir, si ambos cumplen con lo prometido en la relación contractual. En cambio, si ninguno lo hace (los dos actúan como oportunistas), entonces no obtienen nada. En el caso de que uno coopere y el otro rompa con lo prometido, entonces el oportunista obtiene un beneficio positivo, y deja al cooperador con una pérdida.

Existen tres formas en las que puede fallar una relación comercial: (i) ambos individuos actúan como oportunistas y rompen con el acuerdo, (ii) una de las contrapartes decide no cooperar, mientras que el otro si lo hace, y (iii) cuando uno de los individuos comete un error y no cumple con lo prometido. En el caso de la primera, no existe molestia por parte de ninguna de las dos partes, dado que ambos fallaron. Sin embargo, si se

presenta alguna de las dos últimas condiciones, el ciudadano cooperador, sintiéndose traicionado, presentará su caso ante las cortes.

Debido a que las relaciones comerciales en el *status quo* se llevan a cabo bajo un régimen de *acceso limitado*, la decisión de los jueces dependerá del peso político del ciudadano, es decir, de su posición en la jerarquía, su ingreso relativo y la fuerza económica de la coalición a la que pertenece, independientemente de si es culpable o no. Si el juez falla a favor del ciudadano cooperador, el daño será resarcido y se establecerá un castigo para el individuo no cooperador. Este castigo dependerá de si la acción fue deliberada o si fue por un error. Si fue deliberada, el ciudadano no cooperador perderá el ingreso mal habido y deberá pagar una multa adicional, de tal forma que su ganancia por el convenio sea nula. En cambio, si fue accidental, el individuo solamente deberá de regresar el ingreso adicional obtenido por haber fallado en la relación comercial.

4.3 Sobre la Coalición Disidente y la Movilización

En el *status quo*, las coaliciones cooptadas están conformes y dispuestas a pagar impuestos, siempre y cuando el *status quo* les genere los recursos suficientes. Dichos recursos se derivan tanto de su poder económico, como del grado de satisfacción de su red. Conforme aumenta el número de veces que el gobierno actúa de manera discrecional y falla en contra de un ciudadano cooperador, éste aumenta su nivel de descontento con el *status quo* actual. Dado que las élites no pertenecientes a la coalición gobernante requieren del apoyo de los ciudadanos afiliados a sus redes, su utilidad por mantener el *status quo* disminuirá. Esta utilidad también disminuye conforme baja la producción de la coalición cooptada con respecto a la coalición gobernante y si esta última aumenta la tasa impositiva. Se dice que

una coalición cooptada decide volverse disidente cuando su utilidad por permanecer en el *status quo* queda por debajo de un cierto umbral: $U_h < \lambda$, donde λ mide el grado de fragilidad del pacto. Se le denomina así porque entre más grande sea λ , más fácil será para una coalición volverse disidente, lo que demuestra una mayor fragilidad en el *status quo*.

Con el fin de evitar el surgimiento de coaliciones disidentes, el gobierno cobrará menores impuestos a aquellas coaliciones cuya utilidad alcance el grado de fragilidad del pacto. Dado que la utilidad de las coaliciones también está en función de la tasa impositiva, su utilidad tenderá a aumentar con estas concesiones fiscales; sin embargo, ante un gran descontento de los ciudadanos, una tasa impositiva de cero puede no ser suficiente para mantener la utilidad por encima del umbral, lo que hace que el equilibrio político se rompa y la coalición se vuelva disidente. Una vez en este estatus, la coalición disidente no puede regresar por propia voluntad al pacto original, por lo que queda fuera del resguardo de la coalición gobernante y puede ser sujeto de represiones. Asimismo, dado que el gobierno ya no tienen ningún incentivo a otorgarle concesiones fiscales, le impone una tasa impositiva mínima.

4.3.1 Movilización de Ciudadanos

Con el fin de evitar posibles represiones y el pago de impuestos, la coalición disidente buscará aumentar su fuerza negociadora por medio de la adhesión de ciudadanos pertenecientes a otras coaliciones. Para lograr este objetivo, la clique disidente sustituye las relaciones clientelares de su red por relaciones productivas que no están sujetas a un marco jurídico discrecional, sino a un marco jurídico alternativo capaz de proteger de forma efectiva los convenios entre las partes.

Para aquellos ciudadanos pertenecientes a una coalición cooptada que han sufrido un alto número de agravios, la opción de un marco jurídico justo les será altamente atractiva, por lo que considerarán el migrar a la coalición disidente. La probabilidad de que un ciudadano se movilice depende, en gran medida, de la cantidad de agravios personales acumulados, el nivel de ingreso relativo, el número de agravios que han sufrido otras personas pertenecientes a su red social y del número de miembros pertenecientes a su red que migraron previamente. Estas dos últimas variables son empleadas tomando en cuenta la existencia de ciudadanos adversos al riesgo. La idea subyacente es que los individuos se enfrentan a una gran incertidumbre cuando deciden movilizarse, la cual puede ser mitigada conforme sea mayor la proporción de conocidos que se han revelado, ya que esto reduce los posibles riesgos y costos de movilizarse.

4.4 La Disputa del Poder y el Cambio de Régimen

Una vez que la primera coalición se vuelve disidente se crean incentivos para la movilización de la sociedad civil. Como consecuencia de la movilización, las coaliciones cooptadas pierden capacidad productiva, lo que disminuye su interés en mantener el *status quo*. Asimismo, conforme la utilidad de las coaliciones se acerca al grado de fragilidad del pacto, el gobierno se ve obligado a otorgar más concesiones fiscales para mantener el *status quo*; sin embargo, esto también tiene el efecto de disminuir su capacidad de tributación y con ello su poderío económico y político.

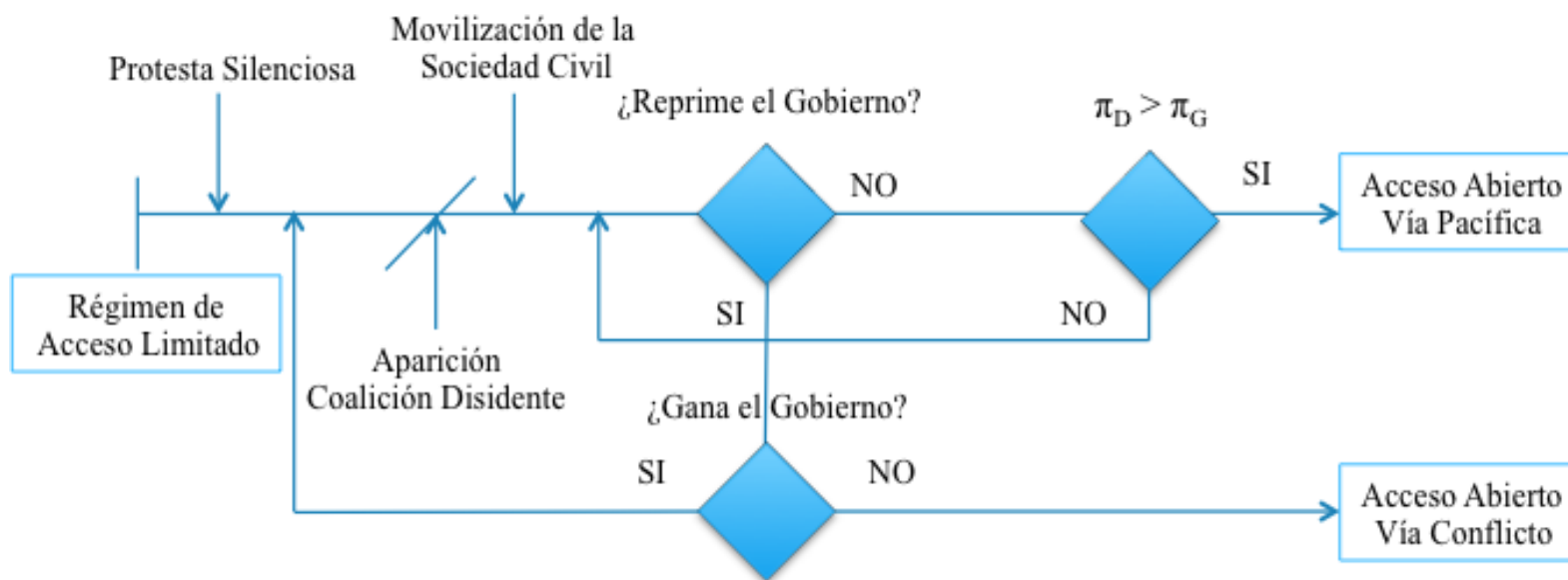
El gobierno puede optar también por la alternativa de la represión. La probabilidad de que esto ocurra dependerá del tamaño que tenga la coalición disidente; entre más grande sea, mayor la amenaza y por lo tanto, la coalición gobernante tendrá más incentivos a

reprimir. Dado los altos costos de llevar a cabo tal acción, se considera que el gobierno decide si reprimir o no cada 6 años. En el caso de que exista más de una clique disidente, el gobierno escogerá una al azar y decidirá si atacar o no, dependiendo de que tan grande sea la coalición disidente. Ahora bien, si se realiza dicha represión existe también la probabilidad de que el grupo antagónico gane la contienda. Esto dependiendo del número de agremiados con los que cuenta y de su poder económico.

En caso de que la clique disidente pierda, un porcentaje de sus recursos serán expropiados y la clique regresará a su estado de coalición cooptada. En dicho estado deberá aceptar las reglas jurídicas del *status quo* y pagar mayores impuestos. Asimismo, será monitoreada durante un determinado número de periodos en los cuales no podrá volverse de nueva cuenta en disidente (aún y cuando su nivel de utilidad se encuentre por debajo del grado de fragilidad del pacto).

Además de la contienda bélica, el cambio en régimen también puede darse de forma pacífica, cuando simplemente el poder económico de las coaliciones disidentes supera el de la gobernante y no se presenta ningún tipo de represión. En dado caso, simplemente las coaliciones disidentes se hacen del poder y establecen un Estado de Derecho. En el siguiente diagrama se presenta una línea del tiempo en la que es posible observar como se da el cambio de régimen anteriormente descrito. Donde π_D y π_G representan los beneficios de la coalición disidente y gobernante, respectivamente.

Línea del Tiempo y Diagrama de Decisiones



Capítulo 5

Especificación de las Simulaciones

Como se mencionó en el **Capítulo 4**, el objetivo del modelo es determinar bajo qué condiciones una sociedad puede transitar de un régimen de *acceso limitado* a uno de *acceso abierto*, y que características tiene esta transición. Para ello se realizaron diferentes escenarios de simulación. A continuación se describen las variables endógenas, las variables exógenas, los diferentes escenarios de simulación y algunas especificaciones adicionales. Una explicación más detallada sobre la forma en la que se realizó la simulación, así como las ecuaciones empleadas, puede ser encontrada en los **Apéndices I y II**.

5.1 Variables Endógenas

La principal característica que se busca analizar en esta tesina es el tiempo de transición entre un régimen de *acceso limitado* y uno de *acceso abierto*. Para ello se estimó el número de años que le tomó a cada simulación llegar al cambio de régimen. Es decir, el tiempo transcurrido desde el inicio de la simulación hasta el momento en el que la coalición disidente logra destituir al gobierno. Dado que en las simulaciones el tiempo es estimado en trimestres, el número de años se define como el número total de periodos entre cuatro.

Además del número de años, se consideró importante analizar el número de represiones realizadas por el gobierno para impedir que la coalición disidente acceda al

poder. Esta variable es importante, ya que sirve como proxy de la capacidad del Estado para mantener el régimen de *acceso limitado*.

5.2 Variables Exógenas

Las variables exógenas del modelo son el número de coaliciones, la volatilidad en la producción, el porcentaje de individuos que en un momento dado pueden movilizarse y el nivel de fragilidad del pacto. A continuación se describe con mayor detalle cada una de ellas:

1. Número de coaliciones: es el número de grupos formados por las elites. El objetivo es medir si un mayor número de coaliciones aumenta la probabilidad de que se llegue a un cambio de régimen. Se realizaron simulaciones con dos, tres, cuatro y cinco coaliciones.
2. Volatilidad: para hacer más realista el modelo, se planteó una función de producción Cobb-Douglas que depende de los recursos disponibles para cada coalición y del tamaño de la red clientelar. Ésta cambia periodo a periodo dependiendo de choques exógenos que propician volatilidad⁷. Por ello se busca estimar si una mayor variación en la volatilidad hace que los ciudadanos protesten con una mayor frecuencia y por lo tanto se llegue a un cambio de régimen en un menor tiempo. Para poder estimar su efecto, se analizaron casos en los que la volatilidad era 0.3, 0.5 y 0.7.
3. Porcentaje de movilizandos: a partir de la formación de la coalición disidente, en cada periodo se determinan al azar los ciudadanos que si lo desean podrán migrar a

⁷ Ver ecuación en el **Apéndice I y II**.

otra coalición. Al porcentaje de ciudadanos que tienen la posibilidad de movilizarse en cada periodo se le denomina porcentaje de movilizados. La historia detrás del uso de este parámetro se debe a que existen barreras que impiden la movilización de los ciudadanos. En este caso, mayores barreras implican un menor porcentaje de movilizados, como serían restricciones de ingreso laborales. Para la estimación de resultados se realizaron simulaciones con 30%, 50% y 70% de movilizados.

4. Nivel de fragilidad del pacto: como se explicó en el **Capítulo 4**, el nivel de fragilidad del pacto indica la capacidad de la coalición gobernante para mantener el *status quo*. Entre mayor sea éste más fácil será la formación de una coalición disidente. Los valores empleados fueron 0.3, 0.5 y 0.7.

5.3 Escenarios

En la simulación se plantearon tres escenarios adicionales al escenario base que se especificó en la narrativa del modelo. Estos escenarios adicionales son:

1. Escenario con aversión al riesgo: bajo este escenario se rompe el supuesto de neutralidad al riesgo. El objetivo de este escenario es plantear la posibilidad de que los individuos, al ser aversos al riesgo, tendrán una mayor dificultad para dejar a la coalición gobernante. La historia detrás de ello es que ante la falta de información, a los individuos les resulta muy difícil estimar los costos y consecuencias de movilizarse a otra coalición, lo que les genera cierta incertidumbre y desconcierto; por ende, dicha aversión puede incidir de manera sustancial en la decisión de movilizarse.

2. Escenario con cambio cultural restringido: este caso considera la posibilidad de que la interacción entre ciudadanos cooperadores y no cooperadores, haga a estos últimos replantearse la idea sobre los posibles beneficios de cooperar. Si el ciudadano oportunista observa un mayor beneficio de cooperar, entonces con cierta probabilidad este individuo puede presentar un cambio cultural y volverse cooperador. Lo interesante de este escenario es ver el efecto del cambio cultural en el número de años de transición de un régimen.
3. Escenario con cambio cultural sin restricciones: a comparación del escenario anterior, en éste se rompe la restricción de que sólo los no cooperadores puedan presentar un cambio cultural. En este caso, también los cooperadores pueden observar un mayor beneficio de volverse oportunistas y con cierta probabilidad, decidir volverse no-cooperadores. Este modelo servirá para saber si en el agregado hay una tendencia a cooperar o a no cooperar.

5.4 Especificaciones Adicionales

Con el fin de poder ver la interacción entre las diversas variables explicativas (volatilidad, porcentaje de movilizados, nivel de fragilidad del pacto y número de coaliciones) se realizaron simulaciones en las que se variaban al mismo tiempo estos parámetros. Para cada combinación se estimaron 20 simulaciones con 240 ciudadanos y se detuvo la simulación a los 450 periodos (equivalente a 112.5 años) para aquellos sistemas que aún no habían transitado de un régimen de *acceso limitado* a uno *abierto*. En total la variación de 0.3, 0.5 y 0.7 para las variables de volatilidad, porcentaje de movilizados y nivel de fragilidad del pacto, aunada a la variación en cuatro parámetros para el número de coaliciones da en total

108 combinaciones ($3 \times 3 \times 3 \times 4 = 108$), las cuales se repiten 20 veces. Así al final se utilizó una base de 2160 observaciones para cada escenario.

Capítulo 6

Análisis de Resultados del Escenario Base

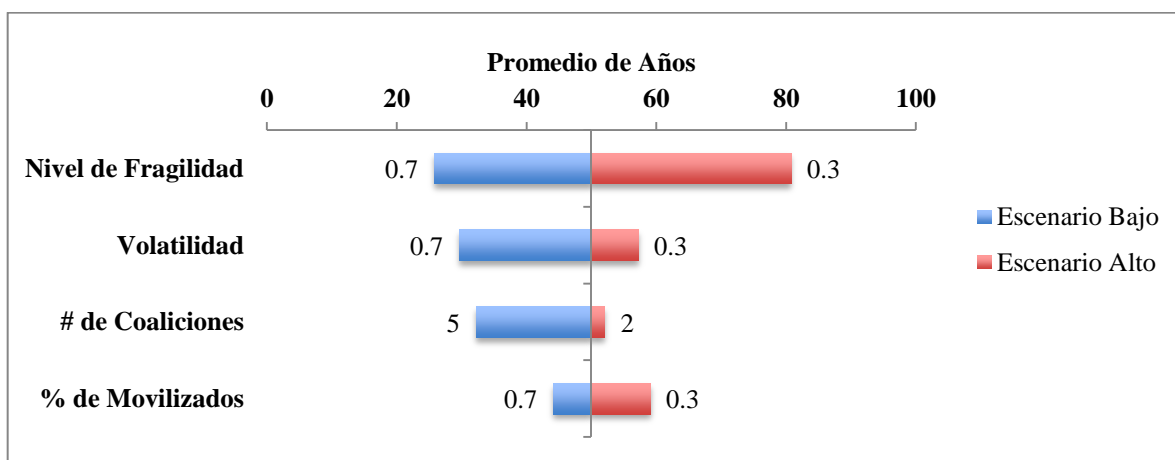
A continuación se analizan los resultados obtenidos en el escenario base. Se presenta la forma en la que el número de coaliciones, la volatilidad, el nivel de fragilidad del pacto y el porcentaje de movilizados inciden en el número de años que tienen que transcurrir antes del cambio de régimen y en la cantidad de represiones. Es importante recordar que en el escenario base, se supone neutralidad al riesgo por parte de los ciudadanos y que los agentes no son capaces de cambiar su comportamiento en relación a cooperar o no cooperar.

6.1 Años Necesarios para el Cambio de Régimen

Con el objetivo de determinar las variables que tienen una mayor incidencia en el aletargamiento o aceleración del cambio de régimen (medido como el número de años que tarda en darse el cambio) se realizó un análisis de tornado (ver **Figura 1**). Este tipo de diagrama es de gran utilidad para apreciar los resultados de un análisis de sensibilidad; es decir, sirve para ver que tanto se modifica la variable de interés cuando se realizan variaciones en las variables explicativas. En este caso, la variable endógena es el número de años y las variables explicativas son el número de coaliciones, la volatilidad, el nivel de fragilidad del pacto y el porcentaje de movilizados. Con este procedimiento es posible detectar qué variable explicativa tiene una mayor incidencia en el tiempo en que un régimen pasa de un *acceso limitado* a uno *abierto*.

Para realizar dicho diagrama es necesario especificar un escenario base a partir del cual se realizarán las variaciones en las variables. Como parámetros del escenario base se tomó a un número de coaliciones igual a tres y parámetros de nivel de fragilidad, volatilidad y porcentaje de movilidad con un valor de 0.5. Como el objetivo es ver la incidencia de cada una de estas variables en el número de años, se toma el promedio de años en el escenario base y luego se estima el número de años para los parámetros bajos y altos de cada una de las variables explicativas. Por ejemplo, para la volatilidad se estima el número de años promedio cuando la variable explicativa es de 0.7 y 0.3, dejando los demás parámetros iguales en 0.5 y al número de coaliciones en 3. A continuación se muestra dicho diagrama de tornado:

Figura 1. Análisis de tornado para el promedio de años que toma un cambio de régimen



En la **Figura 1**, las barras muestran la variación del número de años transcurridos para cada una de las variables explicativas y la línea que divide el gráfico en dos indica el número de años en el escenario base (49.95 años). A cada lado de la barra se encuentra el escenario

bajo y alto de cada variable. Por lo tanto los valores de nivel de fragilidad, volatilidad y porcentaje de movilizadas, en su nivel bajo y alto es de 0.3 y 0.7, respectivamente; mientras que para el número de coaliciones es de dos y cinco. Lo distintivo del esquema es el tamaño de la barra; entre más grande, la variable explicativa correspondiente tiene un mayor impacto en la variación de los años transcurridos. En este caso, se puede concluir que el nivel de fragilidad del pacto tiene un mayor efecto en el número de años que las demás variables. La segunda variable que parece tener un gran efecto es la volatilidad, seguida por el número de coaliciones y posteriormente, por el porcentaje de movilizadas.

Dado lo anterior, se considera importante observar la interacción entre las dos variables más importantes (nivel de fragilidad y volatilidad). En la **Tabla 1**, se muestran el promedio de años para cada combinación de éstas. Los valores son marcados con una gama de colores que va del rojo al verde, pasando por el amarillo, donde el rojo más intenso denota el mayor valor promedio de años y el verde más oscuro el menor valor. Por medio de la variación en los colores se puede inferir que cuando se conjunta una elevada volatilidad y fragilidad se produce con mayor celeridad el cambio de régimen.

Tabla 1. Variación de la Fragilidad y Volatilidad en el Promedio de Años

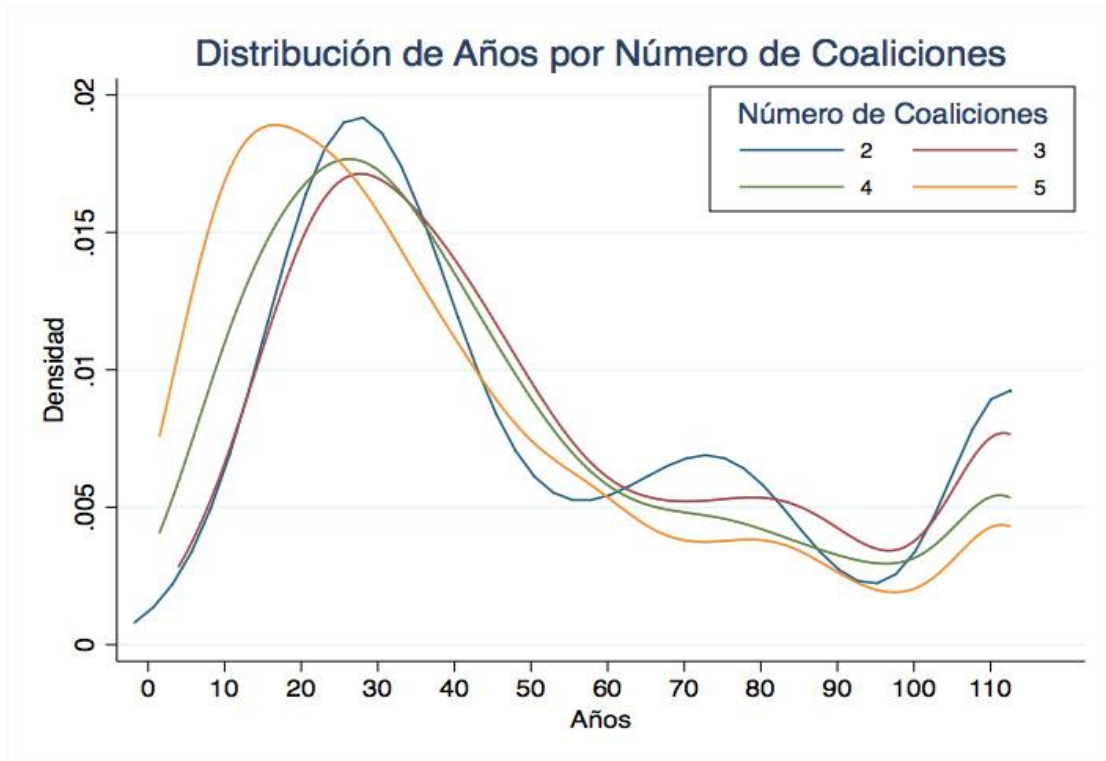
Promedio de Años	Fragilidad del Pacto			Total general
	0.3	0.5	0.7	
Volatilidad				
0.3	94.109	54.105	26.773	58.329
0.5	71.721	43.292	23.650	46.221
0.7	54.738	32.207	19.672	35.539
Total general	73.523	43.201	23.365	46.696

De dicha tabla también se puede concluir que, independientemente de la volatilidad, una mayor fragilidad hace que se llegue a un régimen de *acceso abierto* más rápido. La lógica detrás de esto es que un mayor nivel de fragilidad aumenta la probabilidad de que se de un conflicto y como consecuencia de ello es más factible que se presente un cambio de régimen. En cuanto a la volatilidad, también se observa que entre mayor sea su valor, independientemente del nivel de fragilidad, menor es el número de años necesarios para que se dé el cambio. La intuición nuevamente es que, a mayor volatilidad se pueden presentar con mayor frecuencia graves pérdidas económicas para las coaliciones, lo que puede provocar movimientos bruscos en la utilidad y aumentar la probabilidad de un conflicto entre ellas.

En cuanto a las demás variables se tiene que, en general, entre mayor es el porcentaje de movilizado más rápido se llega a un régimen de *acceso abierto*. Esto es lógico, ya que más ciudadanos confieren un mayor crecimiento económico de la coalición disidente, lo que le otorga un mayor poder político y económico que aumenta su probabilidad de vencer a la coalición gobernante (ver **Tabla A1 del Anexo**). En dicha tabla también se puede observar que, en general, un mayor número de coaliciones parece reducir el número de años. Esto se debe a un aumento en la probabilidad de que se presente una coalición disidente que inicie el camino hacia la transición política. Sin embargo, esta tabla también muestra un comportamiento no lineal (posiblemente cuadrático) en la variación del número de coaliciones cuando el porcentaje de movilizados es 0.3. Un fenómeno similar sucede cuando se estudia conjuntamente el efecto de la volatilidad y el número de coaliciones en el número de años (ver **Tabla A2 del Anexo**).

Con el objetivo de analizar con mayor profundidad el impacto que tiene el número de coaliciones sobre los años que transcurren para el cambio de régimen se hizo una gráfica en la que se compara la distribución de años para cada grupo de coaliciones (ver **Figura 2**).

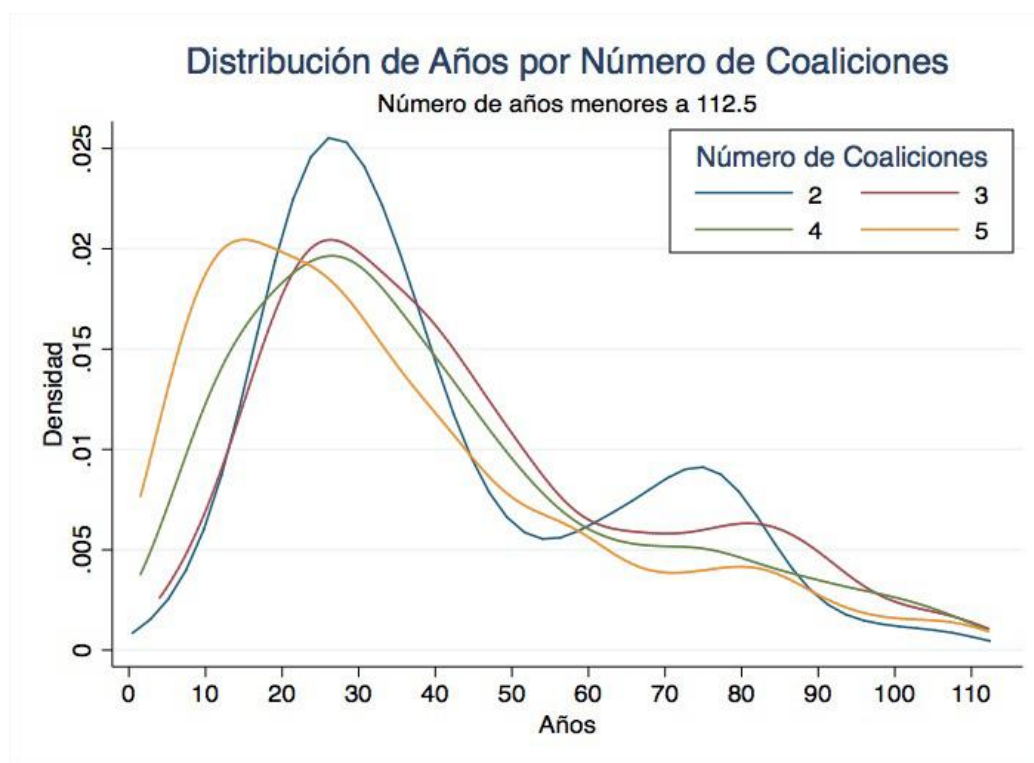
Figura 2. Gráfica de Kernel para el número de años por coaliciones



Asimismo se graficaron histogramas del número de años para cada grupo de coaliciones (ver **Figuras A1 – A4 del Anexo**). Como puede observarse todos los histogramas presentan un pico en la última columna, que corresponde a un número de años igual a 112.5. Esto se debe a que en la simulación se restringió el número de corridas a 450, donde cada corrida equivale a un trimestre dando un total de 112.5 años. Se observa este pico atípico debido a que una vez que se detiene la simulación se registra 112.5 en el número de años, aún cuando no se haya producido el cambio de régimen. Esto hace que en la **Figura 2** se

observe una elevación al final del tiempo de transición en la distribuciones asociadas a las distintas coaliciones. Dado que lo que interesa es ver cómo varia el número de años transcurridos se realizó otra gráfica de Kernel excluyendo las observaciones en las que se tiene como número de años 112.5 (**Figura 3**). Con este ajuste puede observarse con mayor claridad una disminución en la frecuencia del número de años para los últimos 20 años.

Figura 3. Gráfica de Kernel del número de años por coaliciones, para los años menores a 112.5



En la **Figura 3** puede verse que, efectivamente, el número de coaliciones exhibe un impacto complejo en el número de años transcurridos para el cambio de régimen. En general se puede distinguir una distribución con dos picos distintivos para cada grupo de coaliciones, el primero localizado entre los años 10 a 30 y el segundo entre el 70 y 90. El

primer punto a observar es que la gráfica indica que entre mayor es el número de coaliciones, la distribución tiende a estar más a la izquierda; es decir, en la mayoría de los casos se llega al cambio de régimen en un menor tiempo. Esto tiene sentido si se considera que entre mayor es el número de coaliciones, más difícil es que la utilidad de las coaliciones se mantenga por encima del nivel de fragilidad del pacto. Asimismo, en este escenario los recursos se reparten entre un mayor número de coaliciones por lo que aumenta la probabilidad de que una coalición se vuelva disidente.

Paradójicamente, en el periodo 10-30, la **Figura 3** muestra picos más altos para un número menor de coaliciones, en especial se observa que la distribución con dos coaliciones es superior a las demás, lo cual indicaría que entre menor es el número de coaliciones, mayor es la proporción de cambios de régimen que se dan en los primeros años. Para poder entender porque se presenta dicho pico es importante observar la **Figura A1** del **Anexo**, en la que se muestra que una gran proporción de los cambios de régimen se dan con una periodicidad determinada en el modelo. Esto es consistente con el hecho de que cada x años la coalición gobernante decide si reprimir o no a la coalición disidente. En un régimen con dos coaliciones, la probabilidad de que la elite gobernante decida reprimir se produce relativamente rápido ya que es mayor la fuerza contestaría de la coalición disidente. Esto se debe a que una vez que la coalición cooptada se vuelve disidente, una gran cantidad de ciudadanos se incorporan a su red. Cabe recordar que la probabilidad de reprimir va acompañada de la probabilidad de un cambio de régimen en la medida en que la coalición gobernante concentra recursos, lo que es muy factible cuando existen sólo dos coaliciones (ver **Figuras A2-A4** del **Anexo**).

Dado lo anterior, puede inferirse la existencia de dos efectos que interactúan para determinar el impacto que tiene el comportamiento de los años sobre el número de

coaliciones. Por un lado está la probabilidad de que una coalición se vuelva disidente y decida romper el *status quo*, y por el otro, se encuentra la probabilidad de ganar el conflicto cuando la élite gobernante decide reprimir a la disidente. En consecuencia, a pesar de que la probabilidad de que una coalición cooptada se vuelva disidente sea muy pequeña, cuando la élite se constituye con dos coaliciones, la probabilidad de ganar un conflicto puede ser muy alta, una vez convertida en una fuerza contestataria. Lo contrario sucede para un régimen con cinco coaliciones, en el que la probabilidad de que alguna élite se vuelva disidente hace que los cambios de régimen se den en un menor tiempo. Los casos tres y cuatro permiten ver con mayor claridad la importancia relativa de los efectos anteriormente mencionados. El caso específico con tres coaliciones sigue el mismo patrón que cuando hay dos coaliciones; es decir, su distribución tiende a la derecha y tiene un pico mayor. En cambio, en los sistemas con cuatro coaliciones, la probabilidad de que alguna se vuelva disidente tiene un mayor peso que la de ganar un conflicto.

Por otra parte, el análisis de tornado (**Figura 1**) sintetiza el impacto conjunto que ejercen estos dos efectos (probabilidad de disidencia y probabilidad de ganar el conflicto). Aunque estos dos efectos se contraponen, el peso dominante es el de la creación de disidencia, dado que, a fin de cuentas, entre mayor es el número de coaliciones menor es el número de años para que se de el cambio de régimen.

Ahora bien, las **Figuras 2 y 3**, también resaltan que existe una corrida adicional cuyo pico se ubica entre 70 y 90. Esta elevación en la frecuencia en que ocurre el cambio de régimen para un número avanzado de años se explica por la probabilidad de que la represión sea exitosa y la coalición gobernante logre restablecer el *status quo* por un periodo prolongado. En este caso, la probabilidad de que el *status quo* se logre romper esta inversamente asociado al número de coaliciones con las que opera la élite. En otras

palabras, en un régimen de *acceso cerrado* que logró prevalecer por mucho tiempo existe una alta probabilidad de que se produzca el cambio cuando el número de coaliciones es reducido. Esto se debe a que entre menor es el número de coaliciones, mayor es la cantidad de recursos con los que cuentan, lo cual hace más factible para la coalición disidente el ganar un conflicto. Así, lo importante no es que haya varias coaliciones disidentes, sino que éstas tengan una gran fuerza contestataria.

6.1.1 Análisis para las Simulaciones que Finalizaron a los 112.5 Años

Para las simulaciones que aún no habían transitado de un régimen de *acceso limitado* a uno *abierto* a los 112.5 años, se realizó un análisis sobre los factores que hacen que un régimen se perpetúe. En la **Figura 4** se muestra una gráfica del número de veces que el programa tuvo que detenerse a los 450 periodos (112.5 años) para cada número de coaliciones. Como puede observarse entre mayor sea la cantidad de coaliciones, menor es el número de regímenes que logran perpetuarse, lo que es consistente con el hecho de que a mayor número de coaliciones, mayor es la probabilidad de una revuelta y por ende, de que se llegué más rápido a un cambio de régimen.

Asimismo, se realizó estadística descriptiva sobre otras características como el nivel de fragilidad de pacto, volatilidad y porcentaje de movilizados (ver **Tabla 2**). Lo que se encontró es que, en general, los regímenes que se perpetúan son aquellos que tienen un porcentaje de movilidad cercano a 0.5 y un bajo nivel de fragilidad y de volatilidad. La intuición es que entre menor es el nivel de fragilidad del pacto, menos factible es que una coalición se vuelva disidente, independientemente del número de coaliciones existentes, y por ende se vuelve más difícil que se llegué a un cambio de régimen. La volatilidad sigue

una lógica parecida, entre menor sea ésta es más difícil que una coalición se vea altamente afectada y por lo tanto continuará apoyando el *status quo*. Esto implica que un régimen más estable y fuerte puede durar muchos más años.

Figura 4. Número de corridas con 112.5 años por número de coaliciones

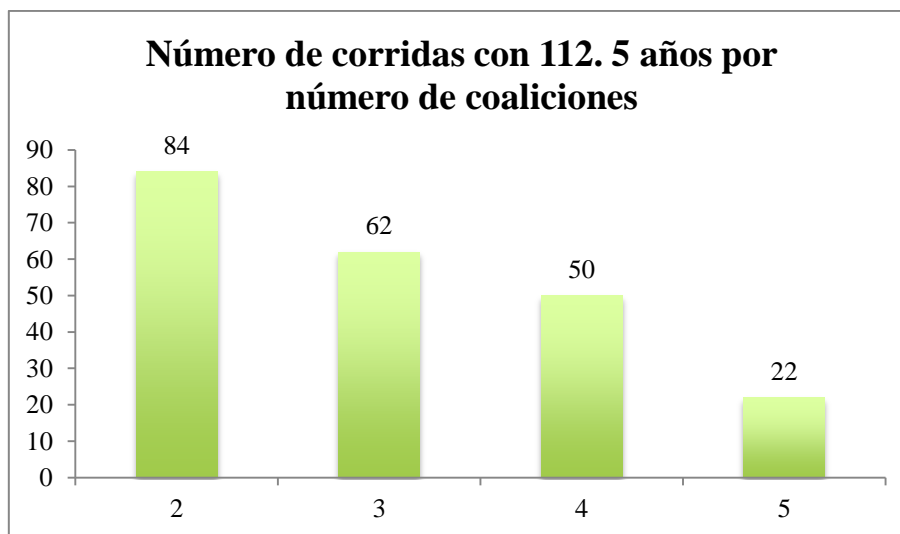


Tabla 2. Promedio de nivel de fragilidad, volatilidad y porcentaje de movilizados por número de coaliciones, para regímenes que llegan a los 112.5 años

Variables	Número de Coaliciones				Promedio
	2	3	4	5	
Fragilidad	0.357	0.335	0.320	0.318	0.333
Volatilidad	0.467	0.381	0.356	0.364	0.392
% Movilizados	0.524	0.481	0.456	0.500	0.490

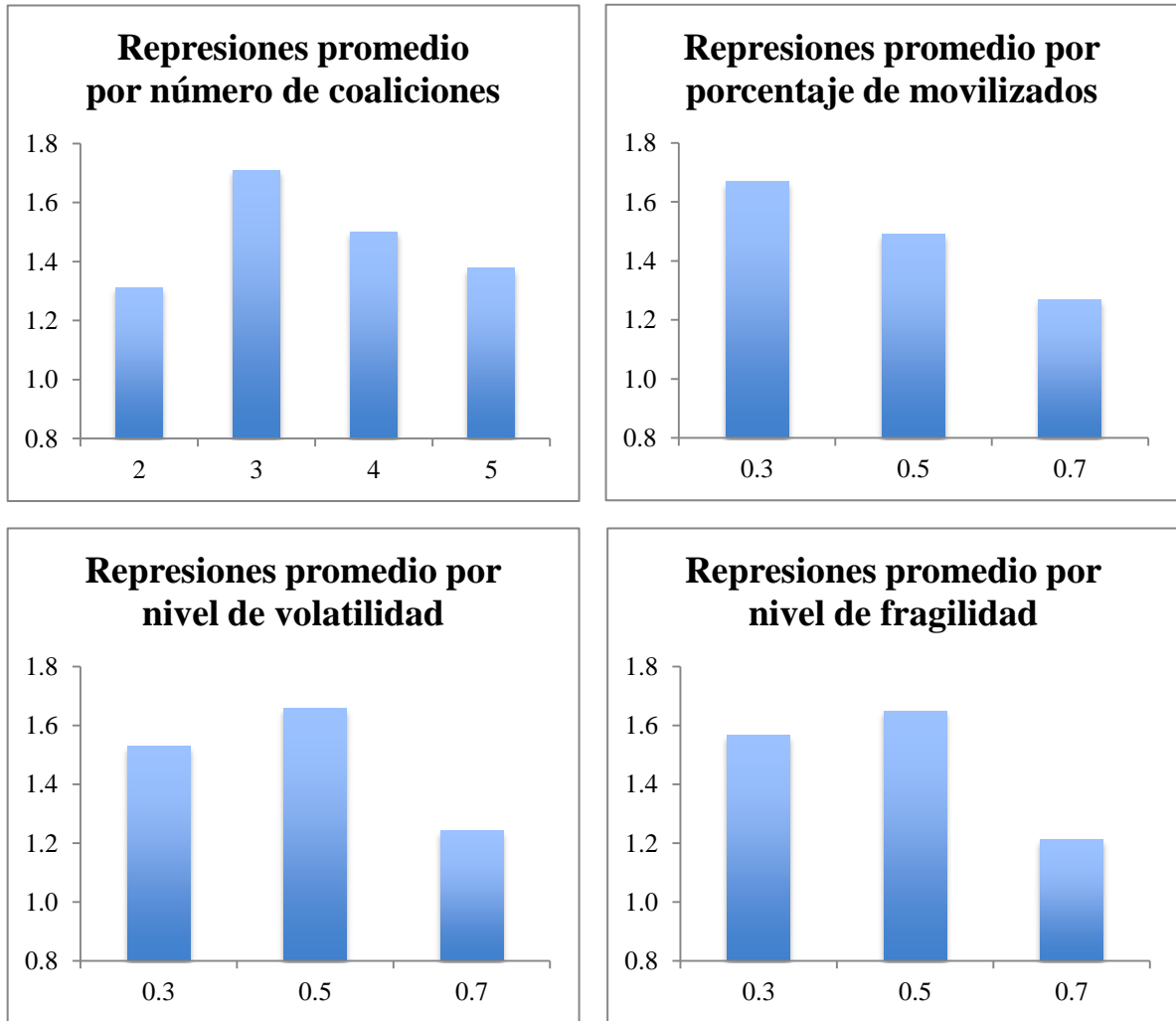
6.2 Análisis del Número de Represiones

El número de represiones presenta un patrón no lineal. Haciendo histogramas del número promedio de represiones por número de coaliciones, volatilidad, porcentaje de movilizados y nivel de fragilidad del pacto, se encuentra que todas las variables presentan un patrón cuadrático, a excepción del porcentaje de movilizados (ver **Figura 5**). Sin embargo, si sólo se toman las observaciones que llegaron al cambio de régimen antes de los 450 periodos, el patrón se vuelve lineal para el nivel de volatilidad y para el de fragilidad. A continuación se presentan los resultados para cada una de las variables.

6.2.1 Sobre el Número de Coaliciones en la Cantidad de Represiones

Recordando la explicación sobre la probabilidad de revuelta y la de ganar un conflicto, se tiene que un mayor número de coaliciones aumenta la probabilidad de que surjan coaliciones disidentes y por lo tanto se llegó a un cambio de régimen más rápido. Esto se traduce, también, en un menor número de represiones. Si la utilidad de varias coaliciones disminuye hasta llegar al nivel de fragilidad del pacto, el gobierno reducirá impuestos para tratar de evitar el surgimiento de una coalición disidente; sin embargo, conforme tiene que hacerlo más veces, su capacidad de recaudación disminuye y por ende, su poder económico. Una vez que alguna de las coaliciones se vuelve disidente, el gobierno intentará reprimirla. En este punto, la probabilidad de reprimir disminuye considerablemente si el gobierno no tiene la capacidad económica y política para hacerlo, lo cual explica porque se presentan menos represiones.

Figura 5. Promedio de represiones por número de coaliciones, porcentaje de movilizadas, nivel de volatilidad y nivel de fragilidad del pacto



Con dos coaliciones, el mecanismo es diferente. Como se explicó en el capítulo anterior, con dos coaliciones, la probabilidad de insurgencia es mucho menor; sin embargo, cuando ésta se presenta, la gran concentración de poder de la coalición disidente hace altamente factible que esta última gane la contienda, lo que se registra en un número menor de represiones. En los casos en los que la volatilidad o el nivel de fragilidad son pequeños, el

régimen tiende a prolongarse, dado que no existen choques que disminuyan considerablemente la utilidad de la coalición cooptada. Esto implica menor probabilidad de revuelta y pocas represiones. En los casos con tres y cuatro coaliciones, el efecto combinado de la probabilidad de rebelarse y de ganar el conflicto hace que el gobierno tenga mayores probabilidades de reprimir. Esto se debe a que la probabilidad de ganar el conflicto es grande y además, la distribución de la riqueza entre más coaliciones hace menos factible que una coalición disidente adquiera los recursos suficientes para acceder al poder de forma pacífica.

6.2.2 Sobre el Porcentaje de Movilizados en la Cantidad de Represiones

En comparación con las otras variables, el porcentaje de movilizados parece tener un efecto lineal en el número de represiones. Como puede observarse en la **Figura 5**, conforme aumenta el porcentaje de movilizados, el número de represiones disminuye. La explicación es que ante una mayor movilización, la coalición disidente adquiere más rápido adeptos y poder económico que hacen menos factible una represión.

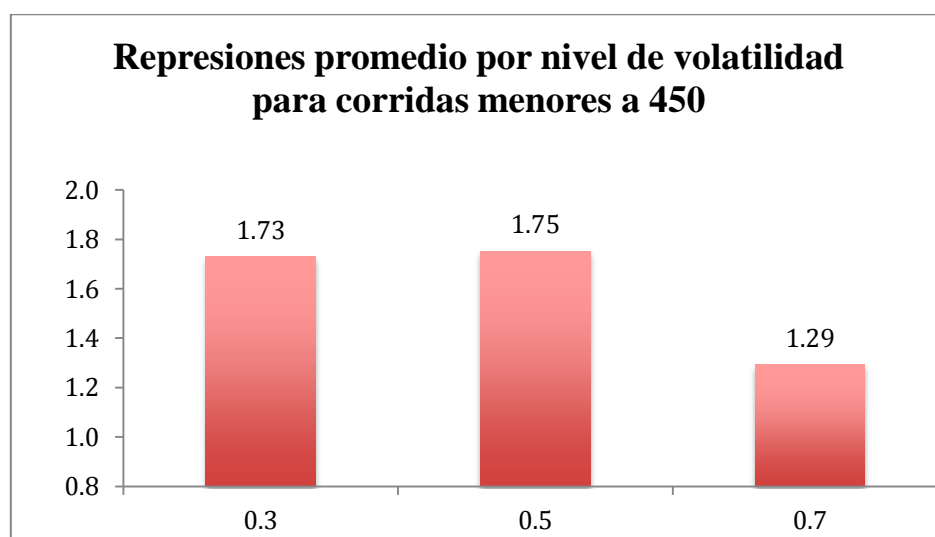
6.2.3 Sobre el Nivel de Volatilidad en la Cantidad de Represiones

De acuerdo con la **Figura 5**, ante un nivel de volatilidad de 0.3 y 0.5 se presentan más represiones, en especial con 0.5. En un escenario con alta volatilidad, la utilidad de las coaliciones cooptadas presenta mayores fluctuaciones que hacen más inestable el sistema y aumentan la probabilidad de revueltas. Asimismo, esta volatilidad permite que ante un choque positivo de producción, los recursos de la coalición disidente superen a los de la

gobernante y se llegue a un régimen de *acceso abierto*. En dado caso, se puede interpretar que la probabilidad de ganar de forma pacífica aumenta en presencia de una mayor volatilidad, el número de años para el cambio de régimen es menor y se disminuye la probabilidad de que se presenten represiones. Este es el caso específico para una volatilidad de 0.7.

En el caso de una volatilidad de 0.3, el menor efecto en el número de represiones puede deberse a que ante una baja volatilidad, el surgimiento de insurgencias es menor, lo que prolonga el régimen y hace que a lo largo del tiempo el número de represiones sea menor. Para ver si, efectivamente, los regímenes que se prolongan tienen el efecto de disminuir la media, se realizó un histograma idéntico al de la **Figura 5**, con sólo las observaciones que llegaron al cambio de régimen antes de las 450 corridas (ver **Figura 6**).

Figura 6. Promedio de represiones por nivel de volatilidad para regímenes con un número de años menor a 112.5



Lo que se encontró es evidencia que afirma la hipótesis de que los regímenes que se prolongan disminuyen la media. En realidad, para los que no se postergan, el número de represiones es más bien alto. La explicación es que ante una menor volatilidad las coaliciones disidentes presentan una mayor dificultad para que su riqueza supere a la de la coalición gobernante o para que sea lo suficientemente grande tal que la probabilidad de ganar un conflicto sea mayor. Dado que la probabilidad de que suceda cualquiera de estos dos efectos es pequeña, el gobierno puede reprimir con una mayor frecuencia.

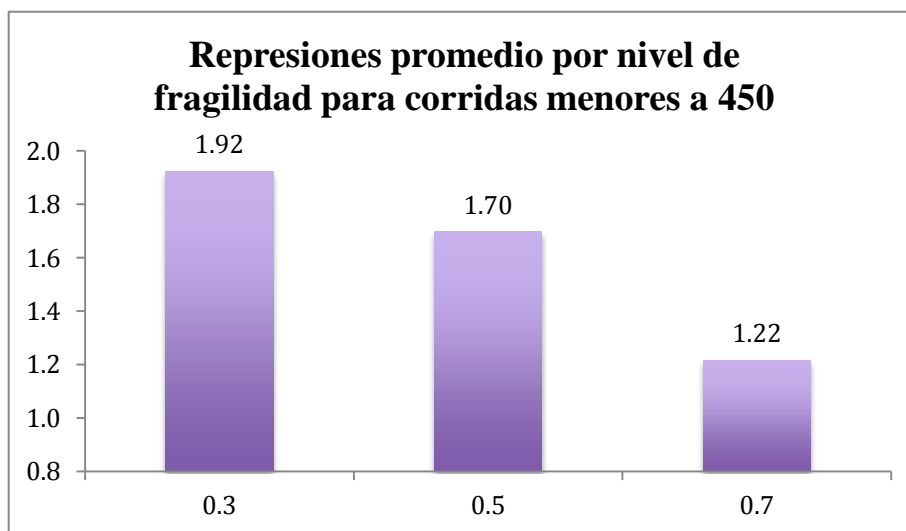
6.2.4 Sobre el Nivel de Fragilidad del Pacto en la Cantidad de Represiones

Al igual que con el nivel de volatilidad, un bajo nivel de fragilidad tiende a hacer que un régimen de *acceso limitado* se prolongue por más periodos, lo que disminuye considerablemente el número de represiones. Dado que en la **Figura 5** se tenía la sospecha de que estas observaciones estaban subestimando el número de represiones para un nivel de fragilidad pequeño, se realizó un histograma quitando las observaciones que se detuvieron a las 450 corridas. La **Figura 7** muestra evidencia de que la hipótesis es válida y de que, efectivamente, sin estas observaciones el patrón es más bien lineal.

La explicación de esto resulta ser más compleja que con las demás variables. Como ya se ha descrito anteriormente, un nivel menor de fragilidad implica una menor probabilidad de que una coalición cooptada se vuelva disidente. Esto, en parte, puede ser la razón por la que hay un mayor número de represiones, lo que resulta contraintuitivo, dado que el gobierno sólo tiene capacidad de reprimir hasta que una coalición se vuelve disidente. Sin embargo, supongamos que una coalición logra revelarse, en dado caso un menor nivel de fragilidad le da un mayor margen de maniobra al gobierno para poder

reprimir a la coalición disidente. Es decir, la menor probabilidad de que la utilidad de otra coalición baje hasta el nivel de fragilidad, le evita al gobierno la necesidad de otorgar deducciones fiscales para impedir el surgimiento de otra coalición disidente. Esto le da la oportunidad de tener una recaudación alta, lo que confiere a la elite gobernante con un poder económico lo suficientemente grande para aumentar sustancialmente la probabilidad de ganar un conflicto contra la coalición disidente, con lo cual aumenta el número de represiones.

Figura 7. Promedio de represiones por nivel de fragilidad para regímenes con un número de años menor a 112.5



En resumen, tomando sólo las observaciones de los regímenes que pasaron de ser de *acceso limitado* a uno de *acceso abierto*, se tiene que el efecto de las variables de porcentaje de movilizados y nivel de fragilidad siguen un patrón lineal; entre mayor es el valor que toman estas variables menor es el número de represiones. En cuanto a las variables de volatilidad

y de número de coaliciones se encuentra un patrón cuadrático. En general, se observa que los valores extremos presentan un número mucho menor de represiones que los valores intermedios, excepto para cuando el nivel de volatilidad es de 0.3 (en dicho caso no es tan evidente esta disminución). Para el caso en el que se toma la base completa, se tiene que todas las variables presentan un patrón cuadrático, a excepción del porcentaje de movilizados. Esto indica que efectivamente, los regímenes que se prolongan por más de 450 periodos tienen menos represiones y por ende, cuando se calcula la media de todas las observaciones, ésta tiende a ser subestimada para valores de volatilidad y nivel de fragilidad bajos.

Capítulo 7

Análisis de Resultados de los Escenarios con Aversión al Riesgo y Cambio Cultural

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de dos análisis realizados a los escenarios con aversión al riesgo y cambio cultural. El primero de ellos es una diferencia de medias, en la que se compararán el número de años, represiones, deducciones fiscales y el porcentaje de cooperadores que se encuentra presente en cada escenario, con respecto al escenario base. El segundo análisis se realiza a través de un modelo de duración, en el que se estima la probabilidad de supervivencia de un régimen para cada uno de los escenarios.

7.1 Análisis de Medias

Como se explicó en el **Capítulo 5**, en esta tesina se realizaron tres simulaciones adicionales al escenario base. La primera simulación es un escenario con aversión al riesgo, en el que la probabilidad de movilizarse de un ciudadano depende no sólo de su cantidad de agravios, sino también de los agravios que presentan los demás individuos de su red y del número de conocidos que ya se han movilizado. En la segunda y tercera simulación se asume que los ciudadanos pueden cambiar sus preferencias y volverse cooperadores u oportunistas. La diferencia reside en que en el escenario con cambio cultural restringido, los ciudadanos oportunistas son los únicos que pueden volverse cooperadores; mientras que en el escenario sin restricciones, los cooperadores también pueden volverse oportunistas. En la **Tabla 3** se muestra el análisis de medias realizado para cada escenario.

En la simulación con aversión al riesgo se observan diferencias significativas para las variables de número de años, deducciones fiscales, represiones, porcentaje de cooperadores en el poder, porcentaje de ciudadanos que se movilizaron y porcentaje de ciudadanos disidentes. Sin embargo, no se ven diferencias en el porcentaje de cooperadores en la sociedad porque en esta simulación no se permite la posibilidad de cambio cultural. Con respecto al número de años es posible notar que en el escenario con aversión al riesgo, el cambio de régimen tarda, en promedio, 3.79 años más que en el escenario base. La explicación es que, al haber aversión al riesgo, una menor proporción de los ciudadanos se movilizan y esto hace que la acumulación de poder de la élite disidente sea más lento y que por ende, el régimen se prolongue por más años. Esto también genera un aumento en el número de deducciones fiscales en 0.32 y en el número de represiones en 0.08. Aunque el aumento puede ser explicado por el hecho de que un régimen de *acceso limitado* que se prolonga tiene mayor posibilidad de reprimir y de tener que deducir impuestos en ese periodo adicional, es importante mencionar que el efecto es en realidad muy pequeño, tan sólo existen 0.08 represiones adicionales en un periodo de 3.79 años.

Otro efecto importante que sustenta la intuición del efecto de la aversión al riesgo en el número de años es el porcentaje de ciudadanos que se movilizaron. Sobre éste se registró una disminución en 4.51 puntos porcentuales, lo que indica que, efectivamente, la simulación está capturando de manera adecuada el efecto de la aversión al riesgo.

En cuanto al escenario con cambio cultural restringido, se observa un aumento sustancial en el número de años de transición. Este aumento en 18.31 años puede parecer a primera instancia contraintuitivo, dado que, en general, se esperaría que un mayor número de cooperadores aumentara la probabilidad de acumular agravios. Sin embargo, lo que se encuentra es lo contrario; al haber un mayor número de cooperadores, la probabilidad de

encontrarse con un oportunista disminuye y por lo tanto, también lo hacen el número de agravios, lo que ayuda a la prolongación del régimen.

A comparación de la simulación con aversión al riesgo, en este escenario se encuentra que un aumento en el número de años y en el porcentaje de cooperadores tiene un efecto negativo en el número de represiones y en las concesiones fiscales. La intuición es que al haber un menor número de agravios, surgen con menor probabilidad coaliciones disidentes y por ende, el gobierno tiene menor necesidad de disminuir impuestos o de reprimir. Esto se puede ver mediante la disminución en el porcentaje de ciudadanos que se movilizaron y en el porcentaje de agentes disidentes.

Para el escenario con cambio cultural sin restricciones, el efecto parece ser similar al del escenario con cambio cultural restringido con respecto a las variables de número de años, deducciones fiscales y represiones. En general, lo que se encuentra es que ambos escenarios comparten los mismos signos para estas variables, pero el efecto es sustancialmente menor en el escenario con restricciones. En el caso sin restricciones existe una disminución de 0.03 puntos porcentuales en el porcentaje de cooperadores de la sociedad en su conjunto y de 0.08 puntos porcentuales en el porcentaje de cooperadores en la oposición. Esto implica un cambio cultural negativo, es decir, que hay una tendencia por parte de los cooperadores a volverse oportunistas. La explicación reside en el hecho de que en un régimen de *acceso limitado*, quienes tienen un mayor nivel jerárquico, tienen mayor nivel socioeconómico y, por ende, una mayor probabilidad de ganar un conflicto. Esto permite que los oportunistas se vean altamente beneficiados por el régimen. Así, cuando un cooperador pondera sus beneficios con los del oportunista, en una gran cantidad de ocasiones encontrará que lo mejor es comportarse como no-cooperador.

Tabla 3. Diferencia de Medias de los Escenarios con Aversión al Riesgo, Cambio Cultural Restringido y Cambio Cultural Sin Restricciones, con respecto al Escenario Base

	Escenario Base	Escenario con Aversión al Riesgo		Escenario con Cambio Cultural Restringido		Escenario con Cambio Cultural Sin Restricciones	
	Media	Media	Diferencia	Media	Diferencia	Media	Diferencia
Número de Años	46.70 (0.69)	50.49 (0.73)	3.79*** (1.00)	65.01 (0.83)	18.31*** (1.08)	48.99 (0.71)	2.29** (0.99)
Deducciones Fiscales	5.34 (0.07)	5.66 (0.07)	0.32*** (0.09)	4.68 (0.08)	-0.65*** (0.11)	5.06 (0.06)	-0.27*** (0.09)
Represiones	1.48 (0.03)	1.56 (0.03)	0.08** (0.04)	1.34 (0.03)	-0.13*** (0.04)	1.44 (0.03)	-0.03 (0.04)
Cooperadores en la Sociedad (%)	0.70 (0.00)	0.70 (0.00)	0.00 (0.00)	0.95 (0.00)	0.25*** (0.00)	0.665 (0.00)	-0.03*** (0.00)
Cooperadores en el poder (%)	0.62 (0.00)	0.55 (0.00)	-0.07*** (0.00)	0.97 (0.00)	0.34*** (0.00)	0.78 (0.00)	0.16*** (0.00)
Cooperadores en la Oposición (%)	0.67 (0.00)	0.69 (0.00)	0.02*** (0.01)	0.73 (0.01)	0.05*** (0.01)	0.58 (0.01)	-0.08*** (0.01)
Ciudadanos que se movilizaron (%)	45.13 (0.55)	40.61 (0.55)	-4.51*** (0.78)	43.48 (0.64)	-1.64* (0.85)	46.27 (0.57)	1.15 (0.79)
Ciudadanos Disidentes (%)	67.02 (0.55)	63.48 (0.55)	-3.54*** (0.78)	56.92 (0.78)	-10.10*** (0.95)	67.74 (0.58)	0.72 (0.80)

*La diferencia es de cualquiera de los escenarios menos el escenario base.

*Los errores estándar se encuentran entre paréntesis.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

En conclusión, en las tres simulaciones los regímenes tienden a perpetuarse por un número mayor de años. En el caso de aversión al riesgo se observa un aumento en las deducciones fiscales y represiones, pero el efecto es tan pequeño que se puede considerar insignificante. En cambio, en las simulaciones con cambio cultural se observó una disminución significativa de estas dos variables, y se encontraron efectos contrarios en la distribución de cooperadores. Lo más interesante es que los individuos encuentran un mayor beneficio de volverse oportunistas, pero esto no se traduce en una disminución en el número años, sino que, por el contrario, al aumentar la proporción de oportunistas, existen menos ciudadanos que puedan tener agravios y por lo tanto, una menor probabilidad de revuelta, lo que prolonga el régimen.

7.2 Modelo de Duración

El Modelo de Duración es una técnica comúnmente usada en medicina y biología, que también tiene aplicaciones en ciencia política y economía. En biología su aplicación es la estimación de la probabilidad de sobrevivencia de una especie después de pasado cierto tiempo. En economía, es empleado en economía laboral para estimar la probabilidad de permanecer empleado después de un cierto periodo t . En el caso específico de esta tesis, el modelo de duración permitirá estimar la probabilidad de que un régimen se perpetúe.

A la probabilidad de que ocurra un cierto evento, dado que aún no se ha producido se le conoce como *Hazard* (riesgo en español). En un modelo de duración paramétrico general, la probabilidad de riesgo está dada por la siguiente ecuación:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)}$$

Donde $f(t)$ es la probabilidad de ocurrencia de un evento en T dentro de un periodo de tiempo:

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t)}{\Delta t}$$

Y $S(t)$ es la función de supervivencia. Ésta mide la probabilidad de que el evento no suceda antes de un periodo t . Su forma funcional está dada por la siguiente expresión:

$$S(t) = \Pr(T \geq t) = 1 - F(t)$$

Donde $F(t)$ es la función de densidad de la probabilidad de fallo $f(t)$. En este contexto, $f(t)$ representa la probabilidad de que un régimen pase de un *acceso limitado* a uno *abierto*.

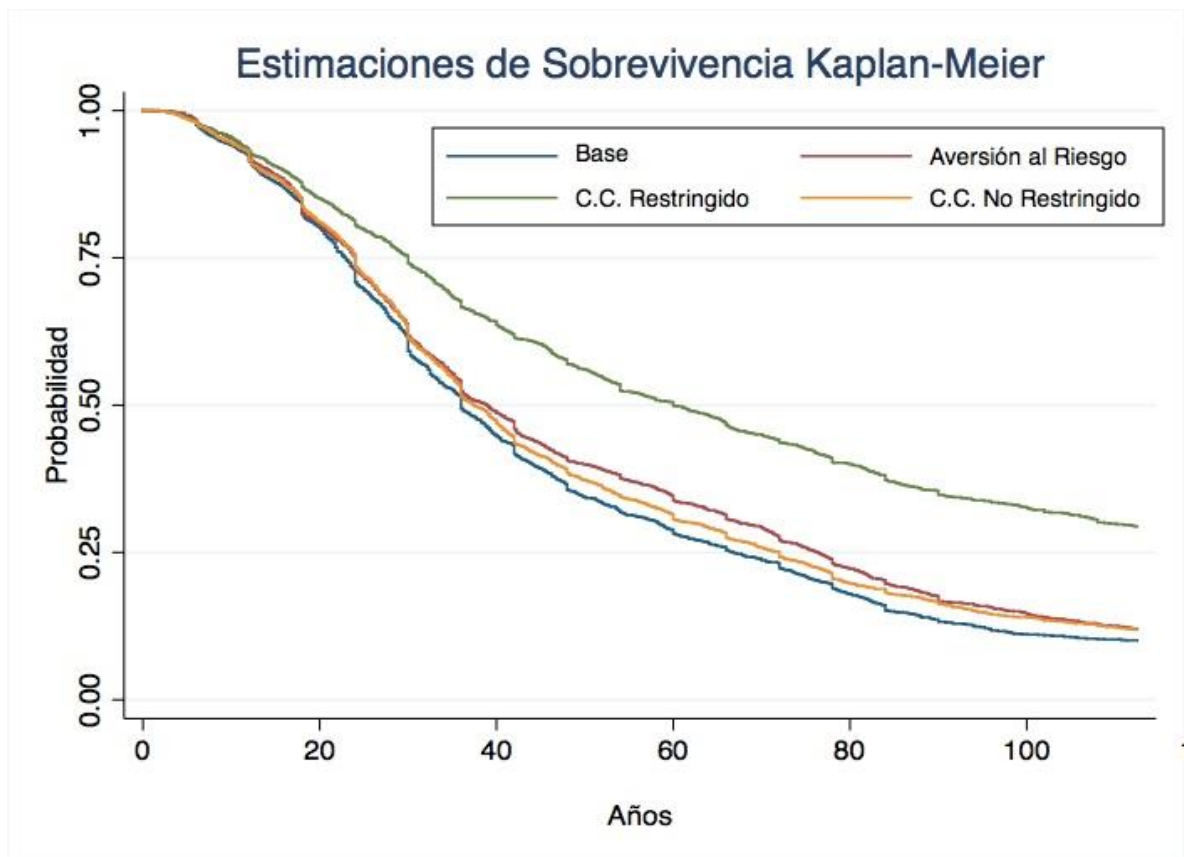
Dado lo anterior es posible redefinir al ratio de riesgo (*hazard*) como:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t}$$

En esta tesina, la aplicación de esta probabilidad será medir la probabilidad de que se de un cambio de régimen dado que no ha ocurrido en t (Bakker, 2007).

La **Figura 8** muestra diferentes gráficas Kaplan-Meier de la probabilidad de supervivencia $S(t)$ para los distintos escenarios de simulación. Se puede ver como está va

Figura 8. Probabilidad de Supervivencia por Tipo de Escenario



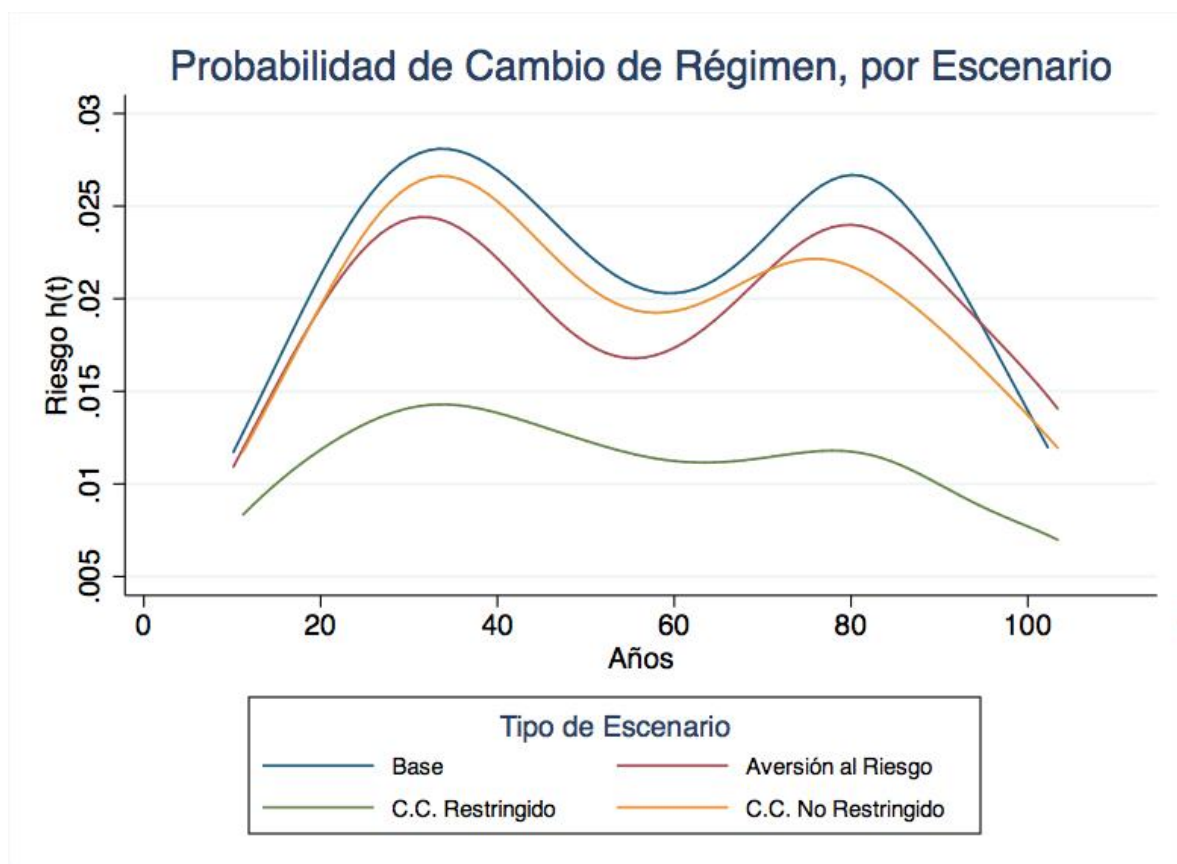
cayendo conforme pasa el tiempo. Lo importante de la gráfica es que permite ver que escenarios tienen una mayor probabilidad de sobrevivencia a través del tiempo. Lo que se observó es que para los escenarios con aversión al riesgo y cambio cultural no restringido, dicha probabilidad es ligeramente mayor que la del escenario base. Sin embargo, para el caso con cambio cultural restringido se observa una menor caída en la probabilidad conforme pasa el tiempo. Por ejemplo, la probabilidad de que un régimen no cambie después de 100 años es de aproximadamente 0.12 para el caso base, mientras que para el escenario con cambio cultural restringido es de casi 0.30. Esto indica que la existencia de un mayor número de cooperadores en una sociedad disminuye enormemente la cantidad de disputas y aumenta considerablemente la probabilidad de que el régimen se perpetúe.

Además de la probabilidad de sobrevivencia se graficó la función de riesgo (*hazard*) para cada escenario (ver **Figura 9**). Lo que se observó es un comportamiento similar a las distribuciones estimadas en el **Capítulo 6** (ver **Figura 3**). La explicación es que en los primeros años la probabilidad de que ocurra un cambio de régimen es muy alta, sin embargo, conforme pasa el tiempo sin una revuelta exitosa, aumenta la probabilidad de que la gobernante logre reprimir a la coalición disidente. Si sucede esto último, la coalición disidente se vuelve cooptada y permanece vigilada por x periodos, lo que disminuye considerablemente la probabilidad de que se de un cambio de régimen. Esto explica la disminución en la probabilidad para el período 50-70. Una vez que termina dicho periodo de represión, la probabilidad de que ocurra un cambio de régimen vuelve a aumentar.

La estimación para cada escenario es consistente con lo observado en la **Figura 8**, puesto que se observa que para el escenario con cambio cultural restringido la probabilidad de que ocurra un cambio de régimen es muy pequeña a comparación de los demás escenarios. Lo más relevante de la gráfica es que mientras el escenario base y el escenario

con aversión al riesgo se comportan de manera similar, los escenarios con cambio cultural se comportan de manera diferente a partir del año 70. Es posible notar que el aumento en la probabilidad después de este año es sustancialmente menor para los escenarios con cambio cultural. Esto implica que conforme para el tiempo, una mayor acumulación de ciudadanos cooperadores u oportunistas tiene el efecto de hacer cada vez menos probable que se de el cambio de régimen.

Figura 9. Probabilidad de Cambio de Régimen (*Hazard*) por Tipo de Escenario



Es posible ver el efecto que tienen las variables exógenas de volatilidad, porcentaje de movilizados, nivel de fragilidad del pacto y número de coaliciones en la probabilidad de que se de un cambio de régimen. Una primera aproximación es estimar el modelo no paramétrico de Riesgo Proporcional de Cox. Para poder hacer dicha estimación es

necesario comprobar que se cumple el supuesto de riesgo proporcional, es decir, que el efecto de las variables exógenas en la probabilidad de riesgo es constante a través del tiempo. En otras palabras, que la variación en la probabilidad de que suceda un cambio de régimen esté determinada sólo por la variación en las variables exógenas y no por el tiempo transcurrido. Visualmente, la **Figura 9** permite rechazar este supuesto, ya que las variables exógenas en el modelo no cambian a lo largo del tiempo para los modelos base y de aversión de riesgo. Si se cumpliera este supuesto, lo que se vería sería una función de probabilidad lineal. Dado que no es posible saberlo con certeza, se comprobó esta conclusión por medio de la estimación del siguiente modelo de Cox (Cook, 2008):

$$h(t, x) = \exp(\beta X + \gamma \log(t) X)$$

Donde X es un vector de las variables exógenas. La prueba consiste analizar la significancia de los coeficientes de la interacción de las variables exógenas con el cambio en el tiempo ($\log(t)$). Si al menos uno de los coeficientes γ es significativo, entonces es posible afirmar que el tiempo si incide en la probabilidad, y por lo tanto se rechaza el supuesto de riesgo proporcional. Se estimó el modelo para cada uno de los escenarios y lo que se encontró es que en todas las regresiones al menos una variable interactuada fue significativa al 0.1% (ver **Tabla A3 del Anexo**).

Dado lo anterior, se estimó un modelo paramétrico de Tiempo de Vida Acelerado (AFT⁸ por sus siglas en inglés):

$$\log T = \beta_0' X + \varepsilon$$

Donde T es el tiempo en el que ocurrió el evento. La idea es estimar el efecto que tienen las variables en el tiempo que le toma a un régimen de *acceso limitado* cambiar a uno de *acceso abierto*. Lo más importante de este modelo es que permite asumir que la probabilidad varía con el tiempo, sin embargo, para ello es necesario especificar una

⁸ *Accelerated Failure Time Model*

función de distribución. Para este modelo se empleó una distribución log-logística, puesto que permite cambios no-monótonos en la probabilidad y se ha comprobado que tiene un mejor ajuste que otras distribuciones como la log-normal o la Weibull (Jin et al., 2003).

En la **Tabla 4** se muestran las estimaciones del modelo AFT para los distintos escenarios. Es importante notar que los valores presentados en la tabla no son los coeficientes obtenidos de la regresión⁹, sino cambios porcentuales. La razón por la cual se presentan los valores de esta manera es porque permiten una interpretación más intuitiva del efecto de las variables exógenas en el tiempo que le toma a un sistema transitar de un régimen de *acceso limitado* a uno de *acceso abierto*. El cambio de Δ unidades de una variable exógena se puede interpretar como un cambio porcentual en el tiempo de transición mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cambio Porcentual} = 100[e^{\Delta\hat{\beta}_k} - 1]$$

Donde Δ es igual a uno para el número de coaliciones y 0.1 para el nivel de fragilidad, volatilidad y porcentaje de movilizados. Así, en la **Tabla 4** se puede observar que en el escenario base, el incremento de una coalición implica una reducción del número de años que tarda en transitar un régimen de 14.27%. Mientras que para el nivel de fragilidad, un cambio de 0.1 implica una reducción del 27.97% en el número de años de transición.

Lo interesante de la tabla es que, en todos los escenarios, los coeficientes son negativos. Esto implica que las variables exógenas están negativamente correlacionas con el tiempo de vida de un régimen, lo cual es consistente con el análisis de tornado del **Capítulo 6** (ver **Figura 1**). Adicionalmente es posible observar que, en general, las variables de nivel de fragilidad del pacto y porcentaje de movilizados tienen el mayor y menor impacto, respectivamente, en el número de años. Esto nuevamente refuerza los resultados encontrados en el diagrama de tornado.

⁹ Si se desean ver los coeficientes, ver la **Tabla A4** del **Anexo**.

Tabla 4. Modelo de Tiempo de Vida Acelerado Log-Logístico (*Log-Logistic AFT*)

Variable Dependiente: Log(T)	Escenario Base	Escenario con Aversión al Riesgo	Escenario con Cambio Cultural Restringido	Escenario con Cambio Cultural Sin Restricciones
Número de Coaliciones	-14.273*** (0.008)	-12.366*** (0.001)	-34.230*** (0.009)	-18.860*** (0.009)
Nivel de Fragilidad	-27.971*** (0.003)	-29.064*** (0.002)	-29.312*** (0.003)	-27.159*** (0.003)
Volatilidad	-14.118*** (0.015)	-12.968*** (0.019)	-21.329*** (0.009)	-14.794*** (0.015)
Porcentaje de Movilizados	-6.807*** (0.035)	-6.359*** (0.038)	-6.742*** (0.046)	-7.900*** (0.032)
Observaciones	2160	2160	2160	2160

*Los valores están estimados en cambios porcentuales = $100 * [\exp(\Delta\beta) - 1]$.

* Δ toma el valor de 1 para el número de coaliciones y 0.1 para las demás variables.

*Los errores estándar se encuentran entre paréntesis.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Conclusión

El objetivo de esta tesina fue llevar a cabo la simulación de un modelo ABM para estimar los factores que influyen en la transición de un régimen de *acceso limitado* a un régimen de *acceso abierto*. Lo que se encontró fue que una alta volatilidad en la producción, pocas barreras a la movilización de ciudadanos y la presencia de un gobierno débil, incapaz de mantener la cohesión entre las distintas facciones de la élite, facilitan la transición de régimen. Esto demuestra que factores económicos, políticos y sociales tienen, individualmente y en conjunto, una gran incidencia en el tiempo de transición.

En el caso específico del número de coaliciones se puede concluir que la conformación de la élite tiene diferentes efectos en la probabilidad de que una coalición se vuelva disidente y en la probabilidad de ganar un conflicto. Dichas probabilidades interactúan y su peso relativo define el número de años que toma el cambio de régimen. Dado lo anterior, se observó que los regímenes que transitan de forma más rápida son aquellos que cuentan con dos o cinco coaliciones.

Asimismo, se encontró que la aversión al riesgo y el cambio cultural (restringido y no restringido) inciden en una mayor probabilidad de supervivencia, lo cual tiene el efecto de perpetuar el *status quo*. Lo anterior se debe a que las coaliciones disidentes adquieren poder con menor rapidez, lo que las torna más susceptibles a una represión, y porque al haber un menor número de agravios en la sociedad civil, no se presenta el descontento necesario para producir la movilización de los ciudadanos. Así, es posible concluir que la rapidez con la que se forman las coaliciones disidentes y adquieren poder es de vital importancia para la transición.

Recordando la motivación de esta tesina: la diferencia en las tasas de crecimiento entre países muy similares, conforme a la teoría institucionalista, se debe al tipo de instituciones que persisten en estos países. El problema de los países en vías de desarrollo es que el cambio institucional tiende a ser considerablemente más lento. Aún cuando muchos de estos países hayan pasado por una revolución y tengan un marco legal, en general, las instituciones extractivas tienden a perdurar en el tiempo y requieren más que una revolución para lograr el Estado de Derecho. Lo fundamental para que estos cambios se produzcan es que la ciudadanía se organice y presione constantemente brindándole su apoyo a la élite disidente.

Desafortunadamente, por la complejidad que tienen los fenómenos sociales, resulta imposible modelar la realidad. Por ello, aún es necesario realizar supuestos. En el caso del modelo, el supuesto más restrictivo es que se asume que una vez que la coalición disidente gana el conflicto es capaz de instaurar un Estado de Derecho. Sin embargo, ganar una contienda política no implica la instauración de un Estado de Derecho que permita eliminar la brecha de crecimiento. El cambio institucional está lejos de ocurrir en una sola exhibición, pues se trata de un proceso continuo que, tanto para países desarrollados como para países en vías de desarrollo, nunca terminará. Lo más importante es, entonces, que un país adquiera instituciones que faciliten su rápida adaptación a los requerimientos de la competencia económica, y con ello mantener el paso y cerrar la brecha en el crecimiento.

En cuanto al modelo, no todo está perdido. Aún cuando es imposible hacer una modelación perfecta de la realidad, este tipo de simulaciones permiten una mayor comprensión de los fenómenos sociales. En el caso específico de este modelo, convendría extenderlo para incorporar la posibilidad de que entre las coaliciones disidentes se promuevan regímenes de diferente naturaleza, como sería un régimen de corte neopopulista.

Referencias

- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2006). *Economic origins of dictatorship and democracy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Why nations fail: The origins of power, prosperity, and poverty*. New York: Crown Publishers.
- Arthur, B. (1990). Positive feedback in the economy. *Scientific American*, 262, 92-99.
- Bak, P., Tang, C., & Wiesenfeld, K. (1987). Self-organized criticality: An explanation of 1/f noise. *Physical Review Letters*, 59(4), 381-384.
- Bakker, R. (2007). *An introduction to event history analysis*. Oxford Spring School.
- Bennett, S. (2008). Governments, civilians, and the evolution of insurgency: Modeling the early dynamics of insurgencies. *Journal of Artificial Sciences and Social Simulation*, 11(45).
- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *PNAS*, 19(3), 7280–7287.
- Bratton, M., & van de Walle, N. (1992). Popular protest and political reform in Africa. *Comparative Politics*, 24(4), 419-442.
- Bravo, G. (2011). Agents' beliefs and the evolution of institutions for common-pool resource management. *Rationality and Society*, 23(1), 117–152.
- Cardoso, C., Bert, F., & Podestá, G. (2011). Modelos basados en agentes (MBA): definición, alcances y limitaciones. *Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global*.

- Castañeda, G. (2013). *Notas para la construcción de un ABM sobre el cambio político* (artículo en proceso). Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Cederman, L., & Gleditsch, K. S. (2004). Conquest and regime change: An evolutionary model of the spread of democracy and peace. *International Studies Quarterly*, 48, 603-629.
- Cioffi-Revilla, C., & Rouleau, M. (2010). MASON RebeLand: An agent-based model of politics, environment, and insurgency. *International Studies Review*, 12, 31-52.
- Coatsworth, J. H. (1978). Obstacles to economic growth in nineteenth-century Mexico. *The American Historical Review*, 63(1), 80-100.
- Cook, A. (2008). Chapter 3: The cox proportional hazards model. <http://courses.nus.edu.sg/course/stacar/internet/st3242/handouts/notes3.pdf>
- David, P. A. (2000). Path dependence, its critics and the quest for 'historical economics'. *All Souls College, Oxford & Stanford University*.
- David, P. A. (1985). Clio and the economics of QWERTY. *The American Economic Review*, 75(2), 332-337.
- Dell, M. (2010). The persistent effects of Peru's mining mita. *Econometrica*, 78(6), 1863–1903.
- Elkink, J. (2007). An agent-based model of democratic diffusion. *Harvard-MIT Data Center*.
- Engerman, S. L., & Sokoloff, K. L. (2002). Factor endowments, inequality, and paths of development among new world economics. *National Bureau of Economic Research*, working paper 9259.
- Epstein, J. M. (2002). Modeling civil violence: An agent-based computational approach. *Center on Social and Economic Dynamics, The Brookings Institution*.

- Fukuyama, F. (2011). *The origins of political order: From prehuman times to the French Revolution*. (Vol. 1). New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Gilbert, N., & Terna, P. (2000). How to build and use agent-based models in social science. *Mind & Society*, 1(1), 57-72.
- Greif, A. (2006). *Institutions and the path to the modern economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hammond, Ross. (2000). Endogenous Transition Dynamics in Corruption: An Agent-Based Computer Model. *Center on Social and Economic Dynamics, The Brookings Institution*. Documento de trabajo núm. 19.
- Huntington, S. P. (1991). *The third wave: Democratization in the late 20th century*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Jin, Z., Lin, D. Y., Wei, L. J., & Ying, Z. (2003). Rank-based inference for the accelerated failure time model. *Biometrika*, 90(2), 341-353.
- Johnson, N. (2007). *Two's company, three is complexity*. Oxford: Oneworld Publications.
- Kim, J., & Hanneman, R. A. (2010). A computational model of workers protest. *Department of Sociology University of California, Riverside*.
- Krugman, Paul (1996). *The self-organizing economy*. Cambridge: Blackwell Publishers.
- Limas, E. J. (2011). *La transición política como un sistema adaptable complejo* (Tesis de maestría). Centro de Estudios Internacionales del Colegio de México.
- North, D., Wallis, J. J., & Weingast, B. R. (2009). *Violence and social orders: A conceptual framework for interpreting recorded human history*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rosser , J. B. (1999). On the complexities of complex economic dynamics. *Journal of Economic Perspectives*, 13(4), 169–192.

Smajgl, A., Izquierdo, L., & Huigen , M. (2008). Modeling endogenous rule changes in an institutional context: The adico sequence. *World Scientific Publishing Company*, 11(2), 199-215.

Smajgl, A., Izquierdo, L., & Huigen , M. (2010). Rules, knowledge and complexity: How agents shape their institutional environment. *Journal of Modelling and Simulation of Systems*, 1(2), 98-107.

Weber, M. (2003). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1904).

Apéndice 1

Especificaciones del modelo

En esta sección se explica de manera detallada las especificaciones del modelo empleado; se presentan los parámetros, reglas y fórmulas sobre las que se rige el programa creado en *Netlogo*. Este Apéndice está dividido en cuatro módulos. En el primero se determina el *set up*, es decir, las condiciones iniciales de la simulación. Esto incluye la formación de redes y coaliciones. En el Módulo B se presenta cómo cambian las variables de producción y salarios a través del tiempo y también cómo son los convenios y la resolución de disputas entre ciudadanos. En el Módulo C se describe la condición mediante la cual se forma una coalición disidente y cómo se dan las protestas, represiones y el cambio de régimen. Finalmente, en el Módulo D se presenta la descripción técnica de los tres escenarios de simulación presentados en el **Capítulo 5**.

Módulo A. Determinación de las Condiciones Iniciales (*set up*)

El *set up* del modelo consiste en el posicionamiento de las elites y ciudadanos en una cuadrícula, así como de la formación de coaliciones, estructuras jerárquicas y redes sociales. Al principio, se supone la existencia de diez facciones de elites que forman, aleatoriamente, coaliciones. Posteriormente, se procede a la formación de redes clientelares y sociales vinculadas a las distintas facciones y coaliciones.

En un régimen de acceso limitado, las relaciones que se forman son exclusivamente clientelares, por lo que las coaliciones tendrán una forma piramidal. Los ciudadanos se asignan de manera aleatoria a cada nivel de la pirámide, empezando por el nivel superior

hasta llegar a la base. A continuación se muestra una imagen de cómo se ven estas estructuras jerárquicas:

Figura A1. Imagen de cinco facciones creadas en Netlogo



En la **Fig. A1**, cada facción está representada por una estructura piramidal, en la cual cada triangulo representa a un ciudadano perteneciente a esa facción y donde, el triangulo más grande, que corona la pirámide, es la elite. Con el objetivo de identificar las facciones que conforman cada coalición se emplearon diferentes colores. En la **Fig. A1**, puede observarse la existencia de tres diferentes coaliciones: la verde, azul y morada.

Como se mencionó anteriormente, cada ciudadano se va colocando al azar en alguna de las facciones. Con su adhesión a la facción, el ciudadano automáticamente forma una red clientelar con la elite en función de su ubicación en la pirámide. Esto quiere decir que obtendrá mayores beneficios económicos y ventajas en la resolución de disputas si se sitúa en un nivel jerárquico mayor.

En cuanto a las facciones, sólo se tienen estructuras jerárquicas completas cuando en el modelo hay un total de 350 ciudadanos (35 ciudadanos por cada una de las 10 facciones). En caso de que existan menos de 350 ciudadanos, las pirámides quedan incompletas y algunas pueden llegar a verse como en la **Fig. A2**.

Figura A2. Imagen con facciones incompletas



Una vez creadas las coaliciones se prosigue a la formación de las redes sociales, por medio de las cuales los ciudadanos obtendrán información sobre la magnitud de los agravios. En la simulación, cada ciudadano establece, de forma aleatoria, x número de lazos con otros ciudadanos pertenecientes a su misma facción. El número de lazos que puede crear un ciudadano está determinado de manera exógena en el modelo. En el caso extremo en el que existan menos ciudadanos en una facción que número de lazos a establecer, el número de vínculos estará dado por el número de ciudadanos en la facción menos uno.

Módulo B. Producción y Acuerdos Comerciales

Anexo 1.B.1 Sobre los Recursos y la Capacidad de Producción de las Coaliciones

Se considera que los recursos de las facciones evolucionan conforme a la siguiente función: $R_t = R_{t-1}(1 + e_t)$, donde R_t son los recursos de la facción en el tiempo t que dependen de los recursos del periodo anterior (R_{t-1}) y de un choque exógeno e_t que tiene una distribución uniforme $U[-0.2, 0.2]$, de tal forma que el choque sea proporcional al tamaño de los recursos de la facción.

La capacidad de producción de cada facción se determina a partir de la función de producción Cobb-Douglas: $Y_i = AR_i^\alpha (L_i + 1)^\beta \left(\frac{C_i}{L_i} \times 100\right)^h$ ($\alpha + \beta + \eta = 1$). Donde R_i es la cantidad de recursos con la que cuenta, L_i es el tamaño de su red de ciudadanos y C_i es el número de cooperadores de la facción. Dado que cada coalición está conformada por varias facciones su nivel de producción se obtiene de agregar el nivel de producción de las facciones pertenecientes mediante la siguiente función: $YC_h = \sum_{\Omega_h} Y_f$ en donde Ω_h denomina a las facciones pertenecientes a la coalición h .

En el primer periodo se designan recursos a cada facción y se calcula el nivel de producción de las facciones y coaliciones. A partir de esto se denomina como coalición

gobernante a la coalición con el nivel de producción más alto. En dicho periodo t , también se computa la recaudación obtenida de los impuestos cobrados a las coaliciones no-gobernantes; se estima la producción neta —después de impuestos— para la elite y los ciudadanos de cada facción; se agrega la producción neta a nivel coalición; y se transfieren a la coalición gobernante los impuestos recaudados.

En cuanto a los ingresos netos de cada facción, estos son divididos equitativamente entre los ciudadanos pertenecientes a cada nivel jerárquico. De esta forma, el nivel de salario que recibirá un individuo de la coalición i en el nivel jerárquico j está dado por la siguiente ecuación:

$$w_{ij} = \frac{y_i(1 - \tau)\left(\frac{1}{6}\right)}{N_j}$$

Donde y_i es la producción bruta de la facción, τ es la tasa impositiva y N_j es el número de integrantes potenciales de la jerarquía j . Al incluir el número de integrantes potenciales, y no el número de personas que lo componen, significa que existe un salario específico para cada jerarquía, independiente del número de integrantes. En caso de que una coalición tenga menos de 35 integrantes, los salarios no pagados se los queda la élite.

Anexo 1.B.2 Convenios Internos y Resolución de Disputas

En cada periodo se llevan acabo x transacciones, donde $x = \frac{1}{3} * m$, y m es el número de integrantes en la red. Se escogen al azar parejas de ciudadanos entre los cuales se realizarán las transacciones. La forma de elección de parejas se hace de manera que ningún ciudadano pueda realizar más de un convenio por periodo. Dado que los convenios se modelan como un dilema del prisionero, el costo de cooperar c está dado por $\min\left\{\frac{w_i}{10}, \frac{w_j}{10}\right\}$, donde w_i y w_j son los salarios de cada participante, y el beneficio de cooperar b es el doble

de los costos. De esta forma, cada individuo obtiene los siguientes pagos en función de la postura tomada por los dos individuos:

	Cooperador	Oportunista
Cooperador	$(b - c, b - c)$	$(-c, b)$
Oportunista	$(b, -c)$	$(0, 0)$

En el caso en el que dos cooperadores se encuentren, ambos obtienen un beneficio b y pagan c . Si en cambio, un cooperador se encuentra con un oportunista, este último se llevará todo el beneficio y no pagará el costo de la transacción, mientras que el cooperador no ganará nada y además habrá tenido que pagar c . Dada la situación, el ciudadano defraudado se define como quejoso y ambos se van a juicio. Por el contrario, si dos oportunistas se encuentran no habrá ni ganancias ni pérdidas debido a que ambos rompieron con el pacto. En este caso, ninguno tiene intenciones de reportar lo sucedido a las autoridades, por lo que simplemente aceptarán el resultado. Existe otra alternativa por la cual dos individuos se pueden ir a juicio. En el modelo se considera la posibilidad de que un agente rompa con el pacto por equivocación, a pesar de ser cooperador. Esta situación se presenta con una probabilidad de 0.1 y si ocurre los beneficios se reducen a $\frac{b-c}{2}$.

En el caso de que en una transacción alguno de los individuos participante haya sido engañado por su contraparte, el primero busca defender sus reclamos ante una instancia judicial. En el modelo, se asume que la resolución es inapelable y que es acatada. En un régimen de *acceso limitado*, las decisiones de las cortes a favor de una de las partes involucradas se realizan de manera probabilística a partir de la distribución de Boltzman:

$$\eta = \frac{e^{\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r}}{Z}, \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1$$

donde,

$$Z = \sum_1^2 e^{\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r}$$

y además,

$$w = \frac{\text{salario del ciudadano}}{\text{suma de salarios}}$$

$$n = \frac{\text{nivel jerárquico}}{6}$$

$$r = \frac{\text{producción del clique}}{\text{recaudación} + \text{producción clique gobernante}}$$

Cuando el quejoso resulta ser el ganador del juicio, pasa de tener un beneficio de $-c$ a tener uno de $b - c$; la contraparte se queda sin nada. Cuando el juez decide que la contraparte es ganadora, los beneficios se quedan inalterados, pero el quejoso acumula un agravio. En el caso del juicio entre cooperadores, el quejoso recibe $b - c$, y no se aplica multa al que se equivoca, pues se considera que no existe dolo.

Nota: Si el conflicto ocurre en una coalición disidente, el Estado de Derecho prevaleciente hace que los juicios sean justos y, por lo tanto, el quejoso siempre saldrá ganador.

Anexo 1.B.3 Convenios Externos y Resolución de Disputas

Al igual que con los convenios internos, en cada periodo se realizan x transacciones con ciudadanos pertenecientes a otra red. La diferencia radica en que x no depende del número de miembros de la red, sino que está fijo en $x = \frac{1}{6}$. Otra diferencia es que el Estado de Derecho cambia dependiendo de si existe o no alguna coalición disidente en el sistema. En caso de que se presente dicha coalición disidente, el gobierno decide castigar a la

coalición. Como castigo se aplica una sanción $0 < s < 1$ que reduce la probabilidad de éxito de un ciudadano disidente, tal que la probabilidad sea:

$$\eta = \frac{e^{(\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r)s}}{Z}, \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1$$

$$Z = \sum_1^2 e^{(\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r)s}$$

En el caso de que ambas coaliciones sean cooptadas, entonces los convenios se resuelven como si se tratara de un convenio interno.

Módulo C. La Disputa del Poder y el Cambio de Régimen

Anexo 1.C.1 Condición de Equilibrio

Como se mencionó en el **Capítulo 3**, las coaliciones cooptadas tienen una función de utilidad con la cual evalúan si les es conveniente continuar en el *status quo*. En el modelo, esta utilidad es representada por la siguiente función:

$$U_h = B \left(\frac{YNC_h}{YG} \right)^\rho \left(\frac{1}{1 + e^{\theta \left(\frac{A}{N} \right)}} \right)$$

$$\rho = 0.5$$

$$\theta = 0.3$$

Donde YG es la producción de la coalición gobernante más la recaudación; YNC_h es la producción neta, después de impuestos, de la coalición cooptada h ; A es el número de agravios acumulados por la coalición, y N es el número de ciudadanos en la comunidad.

La coalición cooptada estará inconforme cuando su utilidad baje de cierto umbral λ , tal que $U_h < \lambda$. Donde el parámetro λ mide el nivel de fragilidad del pacto; mientras

menor sea éste, el pacto será más fácil de sostener. Es importante notar que en la utilidad de las coaliciones cooptadas se incorpora el nivel de bienestar relativo a la coalición gobernante. En este sentido, a la coalición gobernante le importará el bienestar de las coaliciones cooptadas, esto con el sólo fin de mantener la estabilidad.

Si la utilidad de una coalición cooptada cae por debajo del umbral, la coalición gobernante automáticamente disminuye la tasa impositiva en 0.05 unidades. Esta disminución sólo se aplica a la coalición cooptada cuya utilidad se encuentra por debajo del umbral, ya que no tienen incentivos para disminuir sus recaudaciones fiscales por parte de otras coaliciones si éstas aún no presentan un peligro para la estabilidad.

Si a pesar de las constantes reducciones fiscales se llega un punto en el que la utilidad queda por debajo del umbral y además el nivel de impuestos es de cero, la coalición cooptada automáticamente se vuelve disidente y el gobierno le impone una tasa impositiva de 0.05.

Anexo 1.C.2 Probabilidad de Protestar

Un ciudadano puede estar inconforme con la red clientelar a la que pertenece; sin embargo, ésta será sólo una protesta silenciosa mientras no exista una red de producción en la que prevalezca el Estado de Derecho. La protesta silenciosa será más fuerte y extendida en la población si se acumulan muchos agravios –propios y compartidos– y si los ingresos son pequeños relativamente. Con la aparición de la coalición disidente, las protestas silenciosas se transforman en protesta activa. La probabilidad de movilizarse a otra red clientelar está dada por la siguiente función:

$$probabilidad = \frac{0.05}{1 + e^{-(\delta_1 a + \delta_2 y d)}}, \quad \delta_i > 0$$

Donde a es el número de agravios acumulados por los ciudadanos, y yd es la diferencia de ingreso de un individuo con respecto al ingreso de los otros integrantes de su misma red clientelar. Es decir, $yd = (yredmax - \pi_i)$, donde $yredmax$ es el ingreso máximo de un integrante de su red y π_i es el ingreso agregado propio (salario y beneficios derivados del comercio).

Anexo 1.C.3 Sobre las Movilizaciones Sociales

Con la aparición de una coalición disidente, los ciudadanos adquieren la posibilidad de movilizarse de una coalición a otra. Sin embargo, no todos ellos pueden migrar en un mismo periodo, debido a los costos que esto implica. Para poder simular lo anterior, en cada periodo se eligen de manera aleatoria entre cero y treinta por ciento de los ciudadanos pertenecientes a las coaliciones cooptadas y se analiza, en función de la probabilidad de movilización definida anteriormente, cuales ciudadanos desean migrar.

Dado que en las coaliciones disidentes prevalece un Estado de Derecho, las relaciones clientelares que los ciudadanos mantenían en su antigua red desaparecen y son sustituidas por relaciones productivas con otros miembros de la coalición disidente. Lo mismo sucede con las relaciones sociales: la anterior red social desaparece y se establecen nuevos vínculos al interior de la coalición disidente.

Anexo 1.C.3 Sobre el Cambio de Régimen

De acuerdo con los supuestos del modelo presentado, existen dos formas en el que se puede presentar un cambio de régimen: por la vía pacífica o a través de un conflicto violento. A continuación se presentan las especificaciones de ambos.

Anexo 1.C.3.1 Cambio de Régimen por la Vía Pacífica

Se dice que hay un cambio de régimen por vía pacífica cuando se invierte el poder relativo de cada facción. Es decir, cuando los beneficios de las coaliciones disidentes son mayores que los de la coalición gobernante. Lo anterior se puede expresar de forma funcional como: $\sum \pi_{fG} < \sum \pi_{fD}$, donde $\sum \pi_{fG}$ representa el ingreso recaudado y la producción de la facción gobernante, y donde $\sum \pi_{fD}$ es el beneficio agregado de las facciones pertenecientes a la coalición disidente. Estos últimos provienen de los ingresos netos por producción vertical, así como de los convenios horizontales. Una vez que se cumple la condición descrita, se dice que se ha efectuado un cambio de régimen y se da por concluida la corrida.

Anexo 1.C.3.2 Sobre el Cambio de Régimen Vía Conflicto y las Represiones

Cada veinticuatro periodos (equivalente a seis años) existe la posibilidad de que se genere un conflicto entre una de las coaliciones disidentes y la coalición gobernante. Cuando la proporción de la sociedad civil que se encuentra en una coalición disidente supera el 30%, ésta se convierte en un problema para el gobierno, por lo que puede decidir reprimirla. La probabilidad de que la coalición disidente sea reprimida está en función del número de ciudadanos pertenecientes a la coalición disidente con la que se tiene el conflicto. Esta probabilidad estará dada por:

$$prob = \frac{1}{1 + e^{-\frac{dis-\mu}{\sigma}}}, \text{ donde } \mu = 9 \text{ y } \sigma = 3$$

Donde *dis* es el porcentaje de ciudadanos pertenecientes a la coalición disidente que están por encima del 30%; por ejemplo, *dis* sería 5, si el porcentaje de ciudadanos en la coalición disidente fuera 35%, así

$$dis = 100 * \left(\frac{\# \text{ de ciudadanos en la coalición disidente}}{\# \text{ total de ciudadanos}} \right) - 30$$

En caso de que existan más de una coalición disidente, el gobierno escoge alguna al azar y calcula la probabilidad de represión para dicha coalición.

Para la resolución de un conflicto es necesario definir una regla que indique quién ganaría en caso de una represión, ya sea la coalición disidente o la gobernante. La probabilidad de ganar un conflicto está en función del poder económico y de la cantidad de ciudadanos afiliados a su red. Para ello se usa la función de distribución de probabilidad de Boltzman:

$$\psi = \frac{e^{\theta \sum \pi + (1-\theta) a_{fil}}}{Z}$$

donde

$$Z = \sum_j e^{\theta \sum \pi + (1-\theta) a_{fil}}$$

θ es igual a 0.5, a_{fil} es el número de afiliados a cada facción y $\sum \pi$ representa los beneficios acumulados de la facción, es decir, la suma de la producción vertical, los ingresos obtenidos por convenios y, en caso de tratarse de la coalición gobernante, los impuestos.

Una vez que la coalición gobernante y la disidente entran en conflicto, existen dos posibles resultados. En el primero gana la coalición disidente, termina la etapa de transición y se pasa a un régimen de acceso abierto vía del conflicto. En el segundo gana la coalición gobernante y comienza una etapa regresiva, pues la coalición disidente se convierte en cooptada, con lo que se elimina el Estado de Derecho para la coalición disidente perdedora. Además, se aplica una tasa impositiva alta de 0.2 y a cada una de sus facciones se le expropia 20% de sus recursos. Sin embargo, debido a los costos del conflicto, la coalición gobernante sólo recibe un 10%, el cual es dividido de forma

igualitaria entre cada una de sus facciones. Otra de las consecuencias para la coalición perdedora es que es monitoreada por x periodos, los cuales son elegidos según una distribución uniforme $U[20,40]$. Durante x , la coalición perdedora no recibe concesiones fiscales y no se puede convertir en disidente, a pesar de que su utilidad esté por debajo del umbral del absolutismo. Cuando termina esta etapa de castigo es posible hacer ajustes fiscales y la coalición puede volver a decidir si convertirse en disidente.

Módulo D. Escenarios de Simulación Adicionales

Anexo 1.D.1 Simulación con Aversión al Riesgo

Por construcción del modelo, es posible analizar qué pasa cuando se tienen agentes heterogéneos con diferentes niveles de aversión al riesgo. Bajo el supuesto de aversión al riesgo, se considera que los agentes deciden tomar la decisión de migrar a una coalición disidente no sólo en función de su nivel de agravios, sino también de los agravios que presentan los demás miembros de su red social y del número de miembros de su red que han migrado. Esto es bajo el supuesto de que los individuos se sienten más seguros de migrar cuando saben que alguien más de sus conocidos ya lo ha hecho.

En el modelo cada agente tiene un grado de aversión al riesgo definido por dos umbrales u^1 y u^2 , lo cuales toman valores aleatoriamente seleccionados a partir de las siguientes dos listas: (0, 0.5, 1, 1.5, 1.75) y (0, 0.25, 0.5, 0.75). Cuando ambos umbrales se encuentran cerca de cero, el agente es más atrevido y no necesita esperar a que otros individuos tengan agravios o que se hayan desplazado para que él lo haga. Un agente que ya protestó por sus agravios se movilizará si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

$$Agravios_{propios} \geq (u^1) * (Agravios_{promedio\ de\ la\ red\ social})$$

$$Desplazados_{en\ su\ red\ clientelar} > (u^2) * (Miembros_{iniciales\ de\ la\ red\ clientelar})$$

Anexo 1.D.2 Simulación con Cambio Cultural

En cada periodo, la mitad de los ciudadanos se activan como posibles candidatos a cambio cultural. Para cada uno de ellos se escoge, aleatoriamente, a otro ciudadano, perteneciente a una coalición distinta. Si se presenta que el primer ciudadano tiene la disposición cultural de cooperar y el segundo de no cooperar, entonces se analiza la posibilidad de un cambio cultural. La probabilidad de que el segundo ciudadano se vuelva cooperador está dado por la siguiente formula:

$$Pr(cooperar) = \frac{1}{1 + e^{-(\pi_c - \pi_o)}}$$

En donde π_c es el beneficio promedio del ciudadano cooperador en los últimos cuatro periodos y π_o el del ciudadano oportunista. La intuición de que sea por cuatro periodos se debe a que, en general, un individuo no tiene una memoria muy larga. Es importante notar que estos beneficios incluyen el salario y el beneficio derivado del comercio en el periodo en el que se encuentran.

Dado lo anterior, se tiene que entre mayor sea el beneficio relativo de un cooperador con respecto a un oportunista, mayor es la probabilidad de que se de un cambio cultural. Es decir, que un ciudadano oportunista tiene mayor probabilidad de hacerse cooperador si observa que los beneficios del cooperador son mayores a los suyos en los últimos cuatro periodos.

Apéndice 2

Resumen de Ecuaciones

Variables	Ecuaciones	Descripción de parámetros
Recursos de la facción	$R_t = R_{t-1}(1 + e_t)$	R_{t-1} : recursos obtenidos en el periodo anterior e_t : volatilidad
Capacidad de producción de cada facción	$Y_i = AR_i^\alpha(L_i + 1)^\beta \left(\frac{C_i}{L_i} \times 100\right)^h$ $(\alpha + \beta + \eta = 1)$	R_i : recursos de la facción L_i : tamaño de la red de ciudadanos C_i : número de cooperadores en la facción
Función de producción (coaliciones)	$YC_h = \sum_{\Omega_h} Y_f$	Ω_h : facciones pertenecientes a la coalición h
Asignación de salarios	$w_{ij} = \frac{y_i(1 - \tau)\left(\frac{1}{6}\right)}{N_j}$	y_i : producción bruta de la élite τ : tasa impositiva N_j : número de integrantes potenciales del nivel jerárquico j
Número de convenios internos	$x = \frac{1}{3} * m$	m : número de integrantes en la red
Número de convenios externos	$x = \frac{1}{6}$	
Costo de cooperar	$c = \min\left\{\frac{w_i}{10}, \frac{w_j}{10}\right\}$	w : salario de cada participante
Beneficio del convenio	$b = 2c$	c : costo de cooperar
Función de utilidad de las coaliciones cooptadas	$U_h = B \left(\frac{YNC_h}{YG}\right)^\rho \left(\frac{1}{1 + e^{\theta\left(\frac{A}{N}\right)}}\right)$ $\rho = 0.5$ $\theta = 0.3$	YG : producción de la coalición gobernante más recaudación YNC_h : producción neta de la coalición cooptada h , después de impuestos A : número de agravios acumulados por cada facción N : número de ciudadanos en la comunidad.
Condición de Equilibrio	$U_h < \lambda$	U_h : utilidad de la coalición h λ : nivel de fragilidad del pacto

Variables	Ecuaciones	Descripción de parámetros
Probabilidad de ganar el juicio entre ciudadanos de una misma coalición	$\eta = \frac{e^{\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r}}{Z}$ $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1$ $Z = \sum_1^2 e^{\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r}$	$w = \frac{\text{salario del ciudadano}}{\text{suma de salarios}}$ $n = \frac{\text{nivel jerárquico}}{6}$ $r = \frac{\text{producción de la coalición}}{\pi_{CG}}$ <p>π_{CG}: recaudación más producción de la coalición gobernante</p>
Probabilidad de ganar el juicio entre ciudadanos de diferentes coaliciones	$\eta = \frac{e^{(\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r)s}}{Z}$ $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1$ $Z = \sum_1^2 e^{(\gamma_1 w + \gamma_2 n + \gamma_3 r)s}$ $s > 1$	<p>s: sanción del gobierno</p> $w = \frac{\text{salario del ciudadano}}{\text{suma de salarios}}$ $n = \frac{\text{nivel jerárquico}}{6}$ $r = \frac{\text{producción de la coalición}}{\pi_{CG}}$ <p>π_{CG}: recaudación más producción de la coalición gobernante</p>
Probabilidad de protesta	$prob = \frac{0.05}{1 + e^{-(\delta_1 a + \delta_2 yd)'}}$ $\delta_i > 0$ $yd = (yredmax - \pi_i)$	<p>yd: diferencia de ingreso de un individuo con respecto al ingreso otros integrantes de su misma red clientelar</p> <p>yredmax: ingreso máximo de los demás integrantes de la red</p> <p>π_i: ingreso agregado propio (salario más beneficios derivados del comercio)</p>
Condición para cambio de régimen por vía pacífica	$\sum \pi_{fG} < \sum \pi_{fD}$	<p>$\sum \pi_{fG}$: ingreso recaudado de la coalición gobernante</p> <p>$\sum \pi_{fD}$: beneficio agregado de las facciones pertenecientes a la coalición disidente</p>
Probabilidad de represión	$prob = \frac{1}{1 + e^{\frac{dis - \mu}{\sigma}}}$ $\mu = 9 \text{ y } \sigma = 3$	<p>dis: porcentaje de ciudadanos pertenecientes a la coalición disidente que están por encima del 30%</p>
Probabilidad de ganar el conflicto	$\psi = \frac{e^{\theta \sum \pi + (1-\theta)afil}}{Z}$ $Z = \sum_j e^{\theta \sum \pi + (1-\theta)afil}$	<p>afil: número de afiliados a cada facción</p> <p>$\sum \pi$: beneficios acumulados de la facción (producción vertical, los ingresos obtenidos por convenios e impuestos si se trata de la coalición gobernante)</p> <p>$\theta = 0.5$</p>

Variables	Ecuaciones	Descripción de parámetros
Condición de movilización aversión al riesgo	$A_i \geq (u^1) * (\bar{A})$ $M_d > (u^2) * (M)$	A_i : Número de agravios del ciudadano \bar{A} : Agravios promedio de la red social M_d : número de desplazados de la red clientelar M : miembros iniciales de la red clientelar
Probabilidad de que un ciudadano se vuelva cooperador	$\Pr(\text{cooperar}) = \frac{1}{1 + e^{\pi_c - \pi_o}}$	π_i : beneficio promedio del ciudadano cooperador ($i = c$) u oportunista ($i = o$) en los últimos cuatro periodos

Anexo

Análisis de Resultados

Promedio de Años	Porcentaje de Movilizados			
	0.3	0.5	0.7	Total general
2	54.190	51.001	52.513	52.568
3	58.086	50.149	47.390	51.875
4	50.972	42.950	39.210	44.377
5	43.125	36.571	34.199	37.965
Total general	51.593	45.168	43.328	46.696

Tabla A1. Variación del Porcentaje de Movilizados y del Número de Coaliciones en el Promedio de Años

Promedio de Años	Número de Coaliciones				
	2	3	4	5	Total general
0.3	58.897	63.090	58.697	52.632	58.329
0.5	51.611	52.297	45.061	35.914	46.221
0.7	47.196	40.238	29.374	25.349	35.539
Total general	52.568	51.875	44.377	37.965	46.696

Tabla A2. Variación de la Volatilidad y el Número de Coaliciones en el Promedio de Años

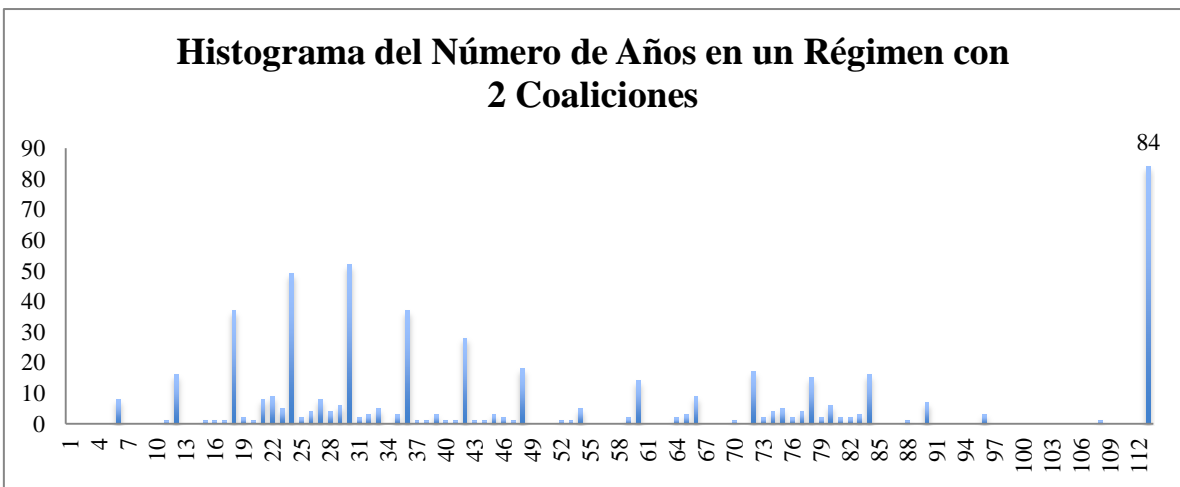


Figura A1. Histograma del número de años de un régimen con dos coaliciones

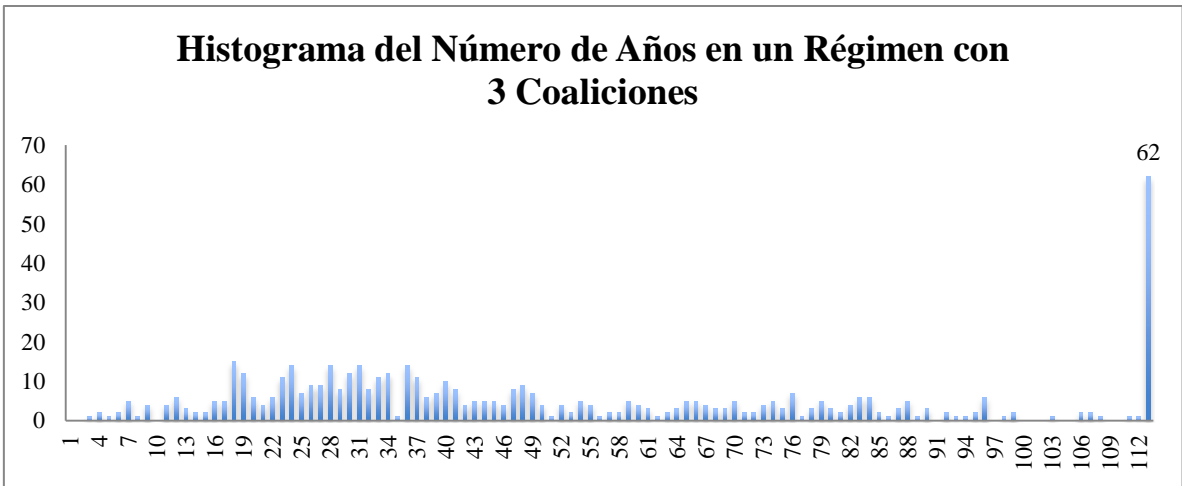


Figura A2. Histograma del número de años de un régimen con tres coaliciones

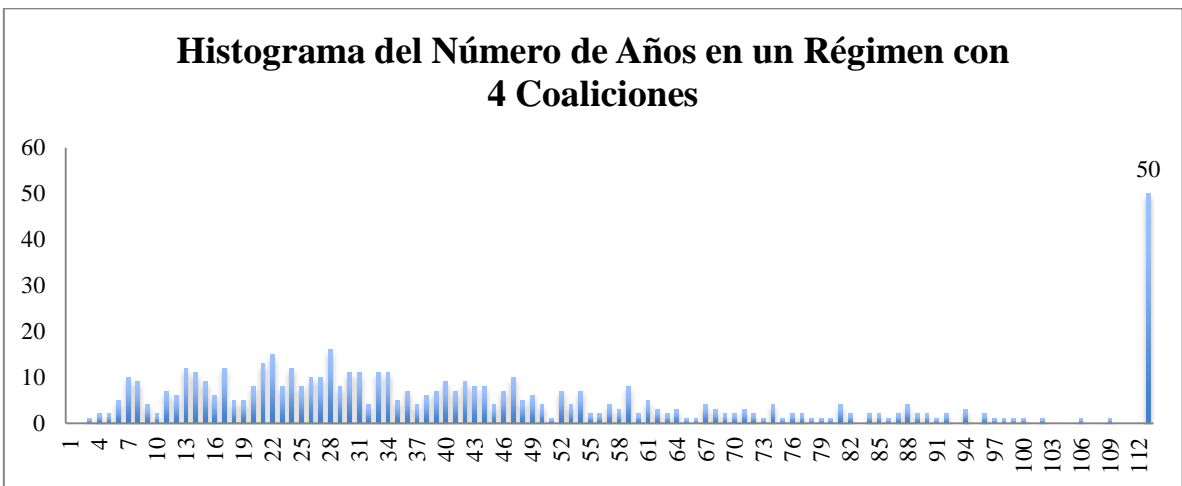


Figura A3. Histograma del número de años de un régimen con cuatro coaliciones

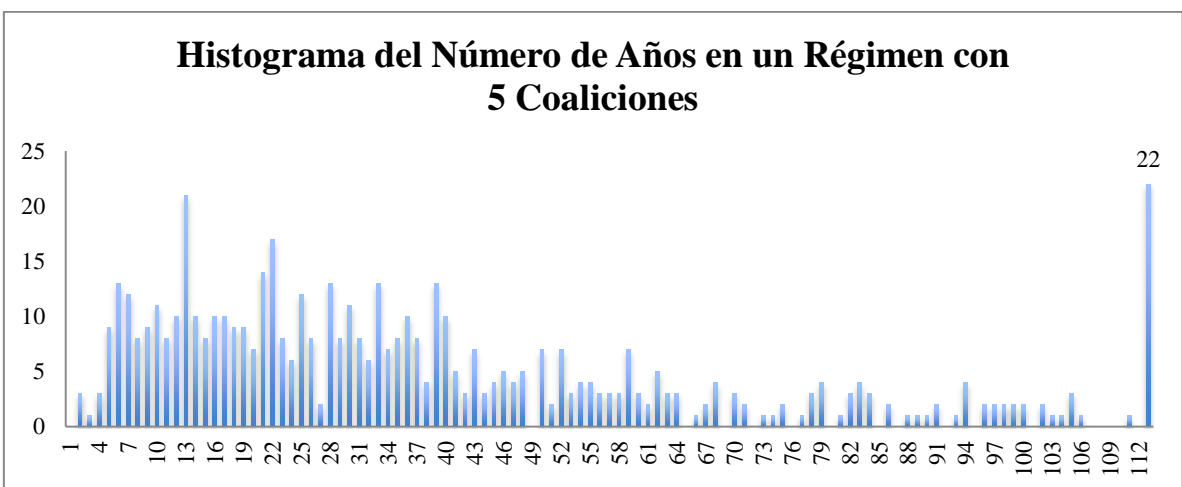


Figura A4. Histograma del número de años de un régimen con cinco coaliciones

Tabla A3. Prueba sobre el Supuesto de Riesgo Proporcional de Cox

Variable Dependiente: h(t)	Escenario Base	Escenario con Aversión al Riesgo	Escenario con Cambio Cultural Restringido	Escenario con Cambio Cultural Sin Restricciones
Número de Coaliciones	0.839*** (0.112)	0.551*** (0.110)	1.086*** (0.134)	1.097*** (0.118)
Nivel de Fragilidad	19.001*** (1.194)	18.805*** (1.167)	17.645*** (1.185)	17.329*** (1.138)
Volatilidad	5.625*** (0.761)	3.761*** (0.755)	3.573*** (0.831)	4.729*** (0.759)
Porcentaje de Movilizados	5.364*** (0.718)	2.831*** (0.727)	4.542*** (0.797)	5.598*** (0.745)
Coaliciones*Log(t)	-0.147*** (0.032)	-0.071* (0.031)	-0.100** (0.036)	-0.187*** (0.033)
Fragilidad*Log(t)	-3.774*** (0.334)	-3.658*** (0.319)	-3.322*** (0.313)	-3.260*** (0.315)
Volatilidad*Log(t)	-0.892*** (0.216)	-0.395 (0.211)	0.119 (0.227)	-0.544* (0.213)
Movilizados*Log(t)	-1.247*** (0.202)	-0.490* (0.203)	-0.924*** (0.216)	-1.242*** (0.209)
Observaciones	2160	2160	2160	2160

*Los valores son los coeficientes β

*Los errores estándar se encuentran entre paréntesis.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Tabla A4. Modelo de Tiempo de Vida Acelerado Log-Logístico (*Log-Logistic AFT*)

Variable Dependiente: Log(T)	Escenario Base	Escenario con Aversión al Riesgo	Escenario con Cambio Cultural Restringido	Escenario con Cambio Cultural Sin Restricciones
Número de Coaliciones	-0.154*** (0.010)	-0.132*** (0.011)	-0.419*** (0.014)	-0.209*** (0.011)
Nivel de Fragilidad	-3.281*** (0.071)	-3.434*** (0.074)	-3.469*** (0.097)	-3.169*** (0.073)
Volatilidad	-1.522*** (0.070)	-1.389*** (0.074)	-2.399*** (0.096)	-1.601*** (0.073)
Porcentaje de Movilizados	-0.705*** (0.070)	-0.657*** (0.073)	-0.698*** (0.093)	-0.823*** (0.072)
Constante	6.909*** (0.075)	6.909*** (0.079)	8.856*** (0.110)	7.205*** (0.078)
Observaciones	2160	2160	2160	2160

*Los valores son los coeficientes β

*Los errores estándar se encuentran entre paréntesis.

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001