



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Contagio de crisis gemelas: una aproximación a partir de juegos globales

Carlos Daniel Rojas Martínez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía
Bogotá D.C., Colombia
2020

Contagio de crisis gemelas: una aproximación a partir de juegos globales

Carlos Daniel Rojas Martínez

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Ciencias Económicas

Director:

Ph.D. Julián Andrés Parra Polanía

Codirector:

Ph.D. Oscar Arturo Benavides González

Línea de Investigación:

Teoría y Política Económica

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía
Bogotá D.C., Colombia
2020

Agradecimientos

Agradezco especialmente a Julián Andrés Parra Polanía por su apoyo y acompañamiento como director. Sus valiosos comentarios fueron esenciales para completar esta tesis de maestría. A mi familia por su apoyo incondicional, a los profesores Álvaro Concha Perdomo y Oscar Arturo Benavides González por la confianza que como codirectores depositaron en esta tesis y a todas las personas que contribuyeron con ideas para ampliar el alcance de este trabajo. Los errores que puedan permanecer en este texto son responsabilidad exclusiva del autor.

Resumen

Las crisis económicas son eventos que ocurren relativamente pocas veces, pero cuando suceden suelen hacerlo en grupo. Este trabajo propone dos modelos teóricos para el análisis de la ocurrencia de crisis cambiarias y bancarias en ambientes que incorporan mecanismos de contagio entre países basados, esencialmente, en las creencias de los agentes. El primer modelo refleja algunas características de las crisis gemelas (bancarias y cambiarias) que ocurrieron en las economías asiáticas a finales del siglo XX y muestra la importancia de un prestamista internacional de última instancia en la prevención de las crisis y la mitigación del contagio. El segundo modelo otorga un mayor rol al banco central en la defensa de un compromiso cambiario mediante el control activo de la tasa de interés, la cual afecta los costos de agentes especuladores, e ilustra la importancia de las creencias y la información que poseen los agentes en las crisis y el hecho de que la transparencia de los gobiernos o bancos centrales puede en ocasiones ser nociva.

Palabras clave: crisis gemelas, crisis bancarias, crisis cambiarias, contagio de crisis, juegos globales.

Abstract

Economic crises are events that comparatively rarely happen, but when they do, they typically arrive in groups. This thesis proposes two theoretical models for the analysis of the occurrence of currency and banking crises in environments that involve contagion mechanisms between countries based, essentially, on the beliefs of the agents. The first model reflects some characteristics of the twin crises (banking and currency) which occurred in Asian economies in the late 20th century and shows the importance of an international lender of last resort in crisis prevention and contagion mitigation. The second model gives a greater role to the central bank in defending a foreign exchange rate commitment through active control of the interest rate, which affects the costs of speculative agents, and illustrates the importance of the beliefs and information that agents have in crises and the fact that transparency of governments or central banks can sometimes be harmful.

Keywords: twin crises, banking crises, currency crises, crisis contagion, global games.

Contenido

Resumen	IV
Abstract	V
Lista de figuras	VII
Lista de tablas	VIII
1. Introducción	1
2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión	3
2.1. Crisis financieras	3
2.1.1. Las crisis bancarias	4
2.1.2. Las crisis cambiarias	6
2.1.3. Las crisis gemelas: definición y causalidad	8
2.2. El contagio	10
2.3. Los juegos globales	12
2.3.1. Un ejemplo introductorio	12
2.3.2. Juegos globales simétricos de acción binaria	15
3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia	22
3.1. El modelo para un país	24
3.1.1. Información y secuencia de eventos	26
3.1.2. Relevancia de los supuestos	27
3.1.3. El equilibrio	28
3.2. El mecanismo de contagio	39
3.3. Ejemplos numéricos	44
3.4. Observaciones finales	49

Contenido

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés	52
4.1. El modelo para un país	53
4.2. El mecanismo de contagio	58
4.2.1. La solución en el país 2: especuladores informados	59
4.2.2. La solución en el país 2: especuladores desinformados	61
4.2.3. La solución en el país 2: el caso mixto	67
4.3. Observaciones finales	71
5. Conclusiones	72
Bibliografía	74
A. Anexo: la inclusión del riesgo moral	78

Lista de Figuras

3.1. Umbrales del fundamental bajo un s^*	30
3.2. Ayuda contingente y proporción de depósitos en dólares	45
3.3. Dinámicas posteriores a una sucesión de crisis	46
3.4. Severidad del contagio $(1 - \psi_{t+1})(1 - \psi_t)$ en episodios de crisis	47
3.5. Dinámicas luego de una serie de crisis: cambios en los estados del mundo .	49
4.1. Función de pagos <i>ex-post</i>	54
4.2. Señales umbrales y proporción de especuladores informados	69
4.3. Tasas de interés efectivas	70
4.4. Tasas de interés efectivas en presencia de costos crecientes y costos constantes	70
A.1. El problema del riesgo moral: un ejemplo	81

Lista de Tablas

2.1. Pagos para el juego de los inversionistas	13
3.1. Indicadores de sostenibilidad de deuda externa	23
3.2. Valores de los parámetros: crisis gemelas	44
3.3. Matriz de transición entre mundos	48
4.1. Valores de los parámetros: especuladores con información asimétrica	68
A.1. Valores de los parámetros: la inclusión del riesgo moral	80

1. Introducción

Las crisis económicas son eventos atractivos. Su naturaleza, su reversión, su poca frecuencia y las consecuencias sociales, políticas y económicas hacen que estos sean sucesos particularmente cautivantes en el análisis económico. Este trabajo ofrece desarrollos teóricos, para ciertos tipos de crisis financieras, que ayudan a comprender mejor su naturaleza, cuál es el papel de las creencias de los agentes en el contagio de ellas y cómo se pueden mitigar sus consecuencias negativas.

En particular, nos centraremos en dos tipos de crisis: las crisis bancarias y las crisis cambiarias. Entendiendo a ambas como equilibrios *indeseados* de elecciones racionales bajo incertidumbre, por lo que este texto no considera a las crisis como sucesos extraños a las economías, ni las analiza como sucesos de ambientes con agentes con limitaciones cognitivas. Una vez caracterizadas, nos concentraremos en su contagio, estableciendo una definición y una clasificación del fenómeno, para luego abordar la respuesta, en su reversión y prevención, de dos políticas particulares: la postura de un prestamista internacional de última instancia y la defensa cambiaria mediante mayores tasas de interés.

Este texto consta de cinco grandes secciones (o *capítulos*), la primera es esta introducción, seguida por una segunda donde se introducen los temas y las herramientas necesarias para los desarrollos posteriores. Allí, revisamos la literatura existente sobre distintos tipos de crisis financieras, el contagio que puede resultar de estos episodios y cuáles han sido las lecciones y caminos adoptados en la literatura teórica y empírica acerca de las crisis financieras de interés. Además, se establece una definición sobre qué es y qué no es contagio, junto con una clasificación para este tipo de eventos. El segundo capítulo culmina con los conceptos fundamentales de los juegos globales, herramienta a la que acudiremos para desarrollar nuestro análisis.

La tercera gran sección aborda el problema del contagio de crisis gemelas en un escenario donde se incluye un prestamista internacional de última instancia. Ello con una doble

1. Introducción

motivación: i) la emulación de los sucesos de crisis de finales del siglo XX en las economías asiáticas, los cuales fueron sintomáticos en el plano cambiario y bancario, y ii) el papel de una institución que mediante provisión de liquidez externa puede prevenir estos sucesos, su contagio y su severidad. No obstante, como se verá, una de las limitaciones de este diseño es que considera a bancos centrales *pasivos* y agentes especuladores con costos *fijos*, por lo que en la cuarta gran sección se trata una configuración donde los agentes tienen costos de *especulación* crecientes con consecuencias en tasas de interés endógenas. Por último y a modo de conclusión, se resaltan los principales resultados y los posibles caminos de extensión para los desarrollos presentados.

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

2.1. Crisis financieras

Los sistemas financieros y monetarios tienen como objetivo primario mejorar la eficiencia de las transacciones reales y de las asignaciones de recursos. En esencia, las instituciones y mercados de este tipo permiten llevar recursos de ahorros a inversiones. Las crisis financieras rompen este circuito, dañando la eficiencia de la economía y deteriorando el bienestar de las personas.

Como se verá, el análisis de las crisis tiende a ser *contracíclico*: la abundancia de esta literatura se genera precisamente cuando sucede una crisis y la atención que se les presta suele ser tan minuciosa y extensa como tarde su recuperación. A continuación, nos ocuparemos de una revisión sobre dos tipos de crisis particulares, no sin antes resaltar la advertencia de Reinhart y Rogoff (2012, p. 312), patente en la mayoría de estos episodios:

“(...) la lección de la historia es que si bien las instituciones y las políticas económicas siguen perfeccionándose, siempre existirá la tentación de sobrepasar los límites. Tal como un individuo puede irse a la bancarrota sin importar su riqueza inicial, un sistema financiero puede colapsarse bajo la presión de la codicia, los intereses y el lucro sin importar cuán bien regulado parezca estar. La tecnología ha cambiado, la estatura de los seres humanos ha cambiado y las modas han cambiado. Sin embargo, la habilidad de los gobiernos y los inversionistas para autoengañarse una y otra vez provocando ataques de euforia que por lo general terminan en lágrimas, parece seguir siendo una constante.”

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

2.1.1. Las crisis bancarias

Las crisis bancarias han afectado por igual a todos los países, sin distinción de ubicación geográfica o ingreso (Reinhart y Rogoff, 2012). Esto, en buena medida, gracias a la naturaleza de los bancos: al tratarse de instituciones cuyo funcionamiento reside en la transformación de vencimientos, pueden ser presa de pánicos de sus ahorradores, sin importar qué tan grande es la economía en la que se encuentran.

La estructura de endeudamiento habitual de un banco reside en un fondeo de corto plazo (p. ej. ahorros o depósitos a la vista) cuya contraparte son activos de largo plazo (p. ej. créditos empresariales). En condiciones normales, los bancos poseen una cantidad más que suficiente de recursos líquidos para hacerle frente a sus retiros, pero en caso de una corrida bancaria, la pérdida de confianza de sus ahorradores hace que se tengan que liquidar activos a los que de otra manera no se habría recurrido. Al igual que cuando un país entra en *default*, sus acreedores son los que se oponen a refinanciar sus préstamos de corto plazo, en una corrida bancaria son los ahorradores quienes se niegan a refinanciar la deuda del banco. No obstante, el margen de maniobra difiere: un país puede llegar a burlar a sus acreedores por un buen período de tiempo, pero una crisis bancaria es de atención inmediata debido a los elevados costos que implica (Reinhart y Rogoff, 2012, p. 170).

Esto resulta particularmente costoso en economías emergentes (Bernanke, 1983): el colapso que se genera en los canales de crédito afecta especialmente a deudores pequeños y medianos que ven limitado su acceso a nuevos recursos ante la imposibilidad de no poder participar (o de hacerlo de forma marginal) en los mercados bursátiles o en la colocación de bonos de deuda; el comercio y la inversión se paralizan.

En la práctica la identificación de las crisis bancarias varía en razón a la información disponible. Demirgüç-Kunt y Detragiache (1998) las identifican como las situaciones en las cuales se presenta al menos uno de los siguientes eventos: i) el cociente de activos morosos respecto al total de activos del sistema bancario supera el 10 %, ii) el coste de las operaciones de rescate del sistema bancario supera el 2 % del PIB, iii) los problemas del sector bancario resultan en una nacionalización a gran escala de los bancos, iv) se observan retiradas masivas de depósitos bancarios o medidas de emergencia tendientes a congelarlos, v) la autoridad monetaria permite cierres prolongados de los bancos para

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

impedir la retirada de depósitos, o vi) el gobierno promulga garantías generalizadas de los depósitos bancarios. Caprio y Klingebiel (1996) proponen que una crisis bancaria se manifiesta en los casos en que los activos del sistema bancario prácticamente se agotan, donde i) los préstamos morosos se sitúan entre 15 % y 20 % del total de los préstamos bancarios o ii) el coste de resolver estos problemas se sitúa entre el 3 % y 5 % del PIB. Mientras que Reinhart y Rogoff (2012) identifican dos tipos de eventos como crisis bancarias: i) pánicos bancarios que conducen al cierre, fusión o adquisición por parte del sector público de una o más instituciones financieras, o ii) si no hay pánicos, el cierre, fusión, adquisición o apoyo a gran escala por parte del gobierno de una institución financiera (o un grupo de ellas) importante que genera un desenlace similar para otras entidades.

Así, sus causas bien pueden ser de carácter microeconómico o macroeconómico (Alonso, 2005; Reinhart y Rogoff, 2012): i) políticas microeconómicas inadecuadas, con relación al mercado de fondos prestables que se reflejan en sistemas de regulación deficientes o demasiado permisivos, ii) malas gestiones en las entidades bancarias, potencialmente inducidas por políticas gubernamentales, que generan un riesgo de liquidez, iii) pánicos financieros autocumplidos de los ahorradores, posiblemente asociados a fundamentales débiles, y iv) factores macroeconómicos que se traducen en vulnerabilidades ante choques adversos, bien sean domésticos o externos.

Son varios los episodios que tienen múltiples causas. Uno de ellos es la regularidad en la conjunción de la alta movilidad de capital internacional a bajo costo (*bonanzas de capitales*) y las crisis bancarias. Esta coincidencia estadística sugiere el siguiente patrón: las crisis bancarias suelen ir precedidas por booms crediticios, que son precedidos por oleadas de flujos de capital y están acompañados por malas prácticas regulatorias¹. Caprio y Klingebiel (1996) señalan que tanto una supervisión inadecuada como deficiente al

¹A finales de década de 1990, las economías latinoamericanas experimentaron episodios similares. Bértola y Ocampo (2013, p. 285) lo resumen así: “(...) la fase ascendente se desencadenó gracias al renovado acceso al mercado internacional de capitales a comienzos de los años noventa. Las transferencias netas de recursos a través de la cuenta de capitales, que habían sido negativas desde la crisis de la deuda, volvieron a ser nuevamente positivas. Con el tropiezo temporal que representó la crisis que estalló en México a finales de 1994, la abundancia de financiamiento externo siguió apoyando el crecimiento económico hasta que la crisis en las economías emergentes, que se inició en Asia en 1997 y se extendió a Rusia y al grueso de economías en desarrollo en 1998, lo interrumpió brusca y fuertemente, con la excepción de los flujos de inversión extranjera directa. Su efecto regional fue la fuerte desaceleración o abierta recesión de un conjunto amplio de economías, especialmente en Sudamérica, y una nueva media década pérdida en materia de desarrollo económico.”.

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

momento de liberalizaciones pueden ser claves en el estrecho vínculo entre la desregulación financiera y las crisis bancarias. Más aún cuando hay evidencia que conduce a que la formación de ciclos de crédito y la percepción de riesgo en las economías emergentes está relacionada y puede ser dependiente de la postura monetaria de economías avanzadas (Bräuning e Ivashina, 2020).

Los modelos teóricos que las han analizado se han construido sobre dos vertientes fundamentales. La primera es la del pánico puro de Diamond y Dybvig (1983) y la segunda la de los problemas asociados con asimetrías de información. En particular, el trabajo clásico de Diamond y Dybvig (1983) formaliza la idea de demanda por liquidez en el corto plazo al estudiar las quiebras bancarias como resultado de un juego de coordinación entre depositantes con horizontes de consumo distintos, que lleva a múltiples equilibrios en un escenario donde existen activos seguros y los bancos son solventes. Para una revisión más detallada véase Freixas y Rochet (1999) y Allen y Gale (2007).

2.1.2. Las crisis cambiarias

Glick y Hutchison (2013) definen una crisis cambiaria como un ataque especulativo al valor de la moneda doméstica que puede resultar en una aguda depreciación, en una respuesta de las autoridades a través de la venta de reservas de divisas o en el aumento de los tipos de interés domésticos. En un régimen cambiario fijo una crisis cambiaria se traduce en el abandono de la paridad entre monedas, si no hay antes una espiral inflacionaria, y en uno de cambio flexible en depreciaciones pronunciadas².

Aunque la inestabilidad de los tipos de cambio no es nada nuevo³, las últimas dos décadas del siglo XX mostraron la mayor incidencia de crisis de este tipo. Nada sorprendente dados los episodios de México en 1994, el sudeste asiático en 1997, Rusia en 1998, Brasil en 1999 y Argentina en 2001. Esto resulta más relevante, actualmente, ya que la habilidad de los distintos países por mantener compromisos cambiarios se ha vuelto particularmente desafiante en un mundo con una mayor integración financiera y una mayor movilidad de capitales (Ghosh et al., 2010).

²Por ejemplo, Reinhart y Rogoff (2012) utilizan un umbral cuantitativo de 15% frente a la moneda de referencia respectiva.

³Las guerras napoleónicas fueron los primeros episodios de estas crisis de las que se tenga registro, véase Reinhart y Rogoff (2012).

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

Para su identificación se han seguido dos aproximaciones. Algunos documentos las han registrado mediante ataques especulativos que generan una depreciación *significativa* en el tipo de cambio, donde el calificativo de *significativa* es dado por un margen respecto a registros históricos (Frankel y Rose, 1996; Milesi-Ferretti y Razin, 1998), mientras que otros han usado un indicador más amplio, al definir umbrales en índices compuestos que involucran los movimientos de la tasa de cambio y las pérdidas de reservas internacionales. La intuición de tales indicadores es que si hay un ataque especulativo, se deben surtir depreciaciones en la moneda doméstica o se deben vender divisas con el fin de soportar el tipo de cambio (Eichengreen et al., 1995; Glick y Hutchison, 1999; Kaminsky et al., 1998; Kaminsky y Reinhart, 1999).

Cualquiera sea el caso, las crisis cambiarias no son un fenómeno poco común. Glick y Hutchison (2013) muestran que desde 1975 se han sucedido grandes grupos de crisis de tal naturaleza: en la década de 1980 con las crisis de deuda soberana, en la década de 1990 con las crisis en economías emergentes, y las más recientes derivadas de la crisis financiera de 2008-2009. Además de los ocasionados por el fin del *superciclo* de precios de *commodities* a mediados de la década de 2010 o de aquellos que no fueron parte de sucesos de crisis en *racimo*.

Los extensos debates teóricos sobre este tipo de crisis pueden agruparse en tres generaciones de modelos. La primera se construye sobre los trabajos de Krugman (1979) y de Flood y Garber (1984), quienes explicaban las crisis como resultados de déficits presupuestales combinados con regímenes cambiarios fijos. El déficit implicaba que el gobierno debía agotar activos o acudir a deuda para financiar el desequilibrio. Sin embargo, era inviable realizarlo de forma indefinida. Sin mayores reformas, la eventual salida sería la financiación del déficit con emisión monetaria, lo que redundaría en el abandono del régimen cambiario o en una crisis inflacionaria. No obstante, los ataques especulativos al sistema cambiario europeo sucedieron en un contexto donde la mayoría de las economías tenían superávits presupuestales y amplias reservas internacionales, lo que llevó a reevaluar este tipo de explicaciones.

Con Obstfeld (1994) se introdujo una segunda generación en la cual las crisis eran resultado del conflicto costo-beneficio de mantener tasas de cambio fijas. En estos modelos las dudas acerca del compromiso con el régimen cambiario podrían llevar a un ataque especulativo, donde inversionistas que desconfían de su cumplimiento podrían retirar divisas

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

de forma masiva al entender que las autoridades económicas enfrentan un dilema entre la defensa del compromiso de paridad entre monedas y el costo macroeconómico o político de ello. Así, el papel de las expectativas resulta ser primordial. No obstante, las crisis asiáticas posteriores no siguieron ninguno de los paradigmas de las generaciones existentes: eran países con bajas tasas de desempleo y balances comerciales superavitarios. En su lugar se tenían instituciones financieras con descalces cambiarios amplios.

La tercera generación surge en tal contexto, donde se vio la necesidad de incorporar los pánicos bancarios y las fricciones de crédito. Esto llevó a vincular elementos de las generaciones anteriores de crisis cambiarias con modelos de crisis bancarias, donde o bien se estudiaba alguna crisis en especial o ambas en simultáneo (las llamadas *crisis gemelas*). Así, surgieron tres grandes ramas. Krugman (1999b) y Corsetti et al. (1999) presentan una donde el riesgo moral ocasiona que haya una sobreinversión y un exceso de préstamos que eventualmente hace que colapse el sistema bancario. Una segunda con Krugman (1999a) y Aghion et al. (2001) y Aghion et al. (2004) enfatiza el problema de hoja de balance donde las depreciaciones hacen vulnerables a instituciones con deuda denominada en moneda extranjera. Por último, una tercera con Chang y Velasco (2000a), Chang y Velasco (2000b) y Chang y Velasco (2001) explica los sucesos de *sudden stops* como un producto de corridas bancarias y un sector internacional ilíquido que ocasiona una pérdida de confianza de los inversionistas y liquidaciones prematuras de inversiones.

2.1.3. Las crisis gemelas: definición y causalidad

Una crisis gemela es la conjunción de una crisis bancaria y una crisis cambiaria, que para fines prácticos Kaminsky y Reinhart (1999) definen como episodios en los que el comienzo de una crisis bancaria es seguido por una crisis cambiaria dentro de los 48 meses posteriores. Bajo esta definición, entre 1976 y 2002, 38 países experimentaron al menos un episodio de crisis gemelas, sin que la causalidad entre los dos episodios sea del todo clara: se puede argumentar que las crisis asiáticas, donde coincidieron ambos episodios, fueron ante todo crisis cambiarias ya que el régimen cambiario facilitó el endeudamiento en moneda extranjera y el posterior colapso de los bancos, o fue una crisis bancaria ya que los problemas se evidenciaron, en primera instancia, en el sector bancario antes que en ataques especulativos a las respectivas monedas.

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

Obstfeld (1994) sostiene que un sector bancario frágil puede precipitar una crisis cambiaria si especuladores racionales anticipan que es políticamente inviable sacrificar la estabilidad del sistema bancario doméstico por defender el régimen cambiario. De forma similar, Krugman (1979) considera que un banco central que financie el rescate de las instituciones bancarias con problemas de liquidez, mediante la creación de dinero, puede minar la estabilidad de su compromiso cambiario.

La causalidad inversa, es decir, desde el problema cambiario hacia uno bancario reside en la fragilidad financiera consecuente con un excesivo endeudamiento no cubierto en moneda extranjera o en las fuertes asimetrías en los plazos de vencimiento de sus activos y pasivos. Así, una aguda devaluación de la moneda doméstica puede causar un deterioro en sus cuentas por los descalces cambiarios (el efecto de *hoja de balance*). Si el banco central opta por defender el régimen cambiario, podría ocasionar una crisis bancaria simultánea al acudir a aumentos de los tipos de interés que lleven a incrementos en el número de créditos morosos o a recurrir a reservas bancarias que minen la credibilidad del compromiso de las autoridades monetarias con los bancos privados.

El canal bidireccional se resume en Kaminsky y Reinhart (1999, p. 479):

“Taken together, these results seem to point to the existence of vicious circles. Financial-sector problems undermine the currency. Devaluations, in turn, aggravate the existing banking-sector problems and create new ones (...) The presence of vicious circles would imply that, a priori, the twin crises are more severe than currency or banking crises that occur in isolation.”

Sin embargo, son pocos los trabajos empíricos que analizan los episodios de crisis gemelas y aún menos los trabajos teóricos, posiblemente debido a que son episodios muy particulares y resulta más sencillo tratar de forma aislada alguna de sus dimensiones. En estudios empíricos los casos más notorios son Glick y Hutchison (1999), Kaminsky y Reinhart (1999), von Hagen y Ho (2003) y Reinhart y Rogoff (2012), con algunos indicios iniciales en el trabajo de Diaz-Alejandro (1985) sobre el caso chileno, mientras que entre los trabajos teóricos se encuentra a Chang y Velasco (2000b) y I. Goldstein (2005), con variantes posteriores en Solomon (2003), Takeda (2004), Liang et al. (2012) y Nikitin et al. (2012).

2.2. El contagio

Buena parte del problema que motiva este documento es el tratamiento del contagio entre economías⁴. El uso económico del término *contagio* es reciente. Antes de 1995 su mención en artículos académicos o periodísticos para referirse a sucesos económicos era prácticamente inexistente, siendo sólo hasta 1997 con las crisis asiáticas y luego en 1998 con la crisis rusa que *contagio* y *miedo al contagio* se convirtieron en términos estándar de la literatura económica y preocupaciones latentes de política. No obstante, no existe una definición común, en parte, porque depende del contexto en el que se utilice: si bien, su esencia radica en la transmisión de choques entre agentes, que por lo general son países, la magnitud y la naturaleza de estos genera controversia.

Por ejemplo, ¿todo choque que se transmita entre países con conexiones comerciales o financieras estrechas debe clasificarse como contagio?, ¿la transmisión de todo tipo de choques debe ser considerada como contagio o sólo aquellos que impliquen eventos extremos?, o ¿choques de carácter global, como cambios abruptos en precios de bienes básicos, deben entrar en la categoría de eventos de contagio? Nótese que este debate no es puramente semántico ya que tiene implicaciones de política. La definición más común y la que se adopta en este documento se refiere a la transmisión de choques derivados de eventos negativos extremos entre países; descripción que es lo suficientemente amplia para abarcar el miedo que pueden tener tomadores de política acerca de que eventos negativos en otros países, cuyas causas están fuera de su control, puedan tener efectos nocivos sobre sus economías.

Las clasificaciones de los episodios de contagio varían dependiendo de si residen en los actores que causan el contagio (p. ej. bancos, inversores o gobiernos) o en los canales de transmisión a través de los cuales sucede. En particular, una de estas, útil para este trabajo, separa los episodios de contagio en cuatro grupos, acordes con sus mecanismos: i) los vínculos comerciales, ii) los pasivos financieros, iii) la diversificación de portafolios de inversión y iv) la reevaluación de fundamentales (*wake-up calls*, en inglés).

Los vínculos comerciales. Las relaciones comerciales pueden conducir el contagio mediante dos efectos: i) el comercio bilateral y ii) la competencia ante terceros. En el primero, el efecto ingreso adverso causado por una crisis en un país genera una menor demanda de

⁴Esta sección se basa en los trabajos de Claessens et al. (2001) y Forbes (2012)

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

importaciones y, por tanto, una menor cantidad de exportaciones por parte de sus socios comerciales, donde la magnitud del efecto depende de la importancia comercial relativa del país con sus socios. En el segundo, menos común, mejoras competitivas causadas por devaluaciones pueden generar desplazamientos de productos de otros países y efectos adversos ante terceros.

Los pasivos bancarios y de intermediarios financieros. Un choque a un país puede causar que la oferta de crédito en otros se reduzca, bien sea por una contracción directa del crédito externo provisto por intermediarios o bancos extranjeros, o por una reducción del crédito doméstico debido a un efecto de hoja de balance causado por choques externos sobre bancos locales. Todo ello reside en la estructura de pasivos de estas instituciones, su grado de apalancamiento y sus interconexiones.

La diversificación de portafolios de inversión. Los inversores (p. ej. fondos de cobertura, fondos de pensiones o individuos particulares) pueden causar contagio entre regiones, ya que al enfrentar un choque en algún país pueden hacer un rebalanceo de sus portafolios liquidando activos en otras regiones. A lo cual se suman los posibles comportamientos de manada, donde unos inversores son seguidos por otros bien sea porque los segundos son incapaces de reconocer el tipo de choque al que se enfrentan o porque creen que la información que poseen es deficiente.

La revaluación de fundamentales (*wake-up calls*). Este último canal se refiere a nueva información disponible que hace que se revalúen los fundamentales de otras economías. Así, inversores o agentes particulares que consideren que la situación de una economía o de un grupo de países no era problemática, al recibir nueva información pueden reexaminar sus posiciones, convirtiéndose en un canal de transmisión de choques que podía no haber estar presente *ex-ante*. Inicialmente, se puede pensar que el riesgo de este tipo de contagio es mayor en tanto más grande es la incertidumbre relacionada con los fundamentales económicos o las instituciones financieras de un país; sin embargo, el capítulo 4 propone una discusión al respecto.

2.3. Los juegos globales

La herramienta mediante la cual se abordarán tanto las crisis como el contagio en este documento son los juegos globales. En esta sección se introducen los conceptos y resultados fundamentales de esta literatura⁵.

Los juegos globales permiten analizar situaciones donde típicamente los pagos de los agentes presentan *complementariedades* en sus acciones, en un ambiente en el cual hay incertidumbre acerca del verdadero estado de la economía. Por ejemplo, consideremos el caso de un posible ataque a una moneda donde participan un grupo de especuladores. En esta situación cada uno tomará su decisión considerando tanto sus creencias acerca de la fortaleza de esta moneda como lo que cree acerca de las creencias que poseen los demás especuladores. Si bien cada uno individualmente puede ser insignificante, el resultado agregado depende de la coordinación entre todos ellos.

Así, un juego global estándar posee las siguientes características: i) existe una población que tiene que tomar una decisión que suele ser binaria (p. ej. atacar o no una moneda) y cuya agregación determinará la continuidad de un cierto estado: son *juegos de coordinación*; ii) las acciones presentan *complementariedad estratégica* en el sentido que la conveniencia de una decisión depende parcialmente de lo que haga el resto de la población, así cada agente preferirá hacer lo mismo que cree harán los demás; y iii) existe una variable aleatoria, llamada *fundamental* que define el éxito de la acción tomada, pero cuyo verdadero valor desconocen los agentes, aunque poseen información ruidosa al respecto.

2.3.1. Un ejemplo introductorio

Supongamos que existen dos jugadores ($i = 1, 2$) que individual y simultáneamente deben tomar una acción $a_i \in \{0, 1\}$, donde $a_i = 1$ corresponde a invertir y $a_i = 0$ a no hacerlo. Sus pagos respectivos dependen de un valor al que denominaremos fundamental, representado por $\theta \in \mathbb{R}$. Este juego se representa mediante la Tabla 2.1.

Supongamos, en primera instancia, que θ es de conocimiento común; es decir, eliminemos

⁵Esta sección se basa en Morris y Shin (2003) y Angeletos y Lian (2016)

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

Tabla 2.1.: Pagos para el juego de los inversionistas

	$a_2 = 1$	$a_2 = 0$
$a_1 = 1$	θ, θ	$\theta - 1, 0$
$a_1 = 0$	$0, \theta - 1$	$0, 0$

la incertidumbre del juego. Si $\theta > 1$, cada uno de los jugadores tiene una estrategia estrictamente dominante y el único equilibrio de Nash es $(1, 1)$. Si $\theta < 0$, existe nuevamente un perfil de estrategias estrictamente dominantes y un único equilibrio de Nash en $(0, 0)$. Si $\theta \in (0, 1)$, existen dos equilibrios de Nash en estrategias puras: uno en que ambos invierten y otro en que ninguno de ellos invierte -multiplicidad de equilibrios-.

Veamos ahora qué sucede cuando θ ya no es de conocimiento común. Para esto supondremos que la naturaleza elige el valor θ de una distribución uniforme sobre la recta real (una distribución *a priori* impropia⁶) y cada agente recibe una señal s_i (información privada) determinada mediante:

$$s_i = \theta + \frac{1}{\sqrt{\beta}}\varepsilon_i \quad (2.1)$$

donde ε_i es una variable aleatoria normal estándar e independiente entre individuos. El parámetro $\beta > 0$ lo denominaremos como la *precisión* de la información privada. Con ello la distribución *a posteriori* de θ es:

$$\theta|s_i \sim \mathcal{N}(s_i, 1/\beta) \quad (2.2)$$

Una estrategia para el jugador i es una función que asigna a cada señal una acción: $\varphi_i(s_i) \mapsto \{0, 1\}$. Como es usual en juegos bayesianos, consideraremos un tipo de solución correspondiente a estrategias umbrales, esto es, existe un punto $s^* \in \mathbb{R}$ tal que la estrategia óptima puede ser descrita como

$$\varphi(s_i) = \mathbf{1}_{[s_i > s^*]} \quad (2.3)$$

⁶Como se muestra en Morris y Shin (2003), las distribuciones *a priori* impropias permiten que la actualización de creencias resida en las señales que reciben cada uno de los agentes. De esta forma se evita tener que considerar la información contenida en la distribución *a priori*. No obstante, una distribución *a priori* impropia puede verse como un caso límite en donde la información pública es muy poco informativa: su precisión es nula.

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

para todo i , donde $\mathbf{1}_{[\cdot]}$ es una función indicatriz; es decir, cada uno de los jugadores decide no invertir si su información acerca del fundamental es lo suficientemente mala, dado lo que piensa acerca de las creencias de los otros jugadores.

Bajo esta estrategia, la probabilidad *a posteriori* asignada por i a la inversión del otro jugador, dado que $s_i = s$, es

$$Prob(s_{-i} > s^* | s_i = s) = 1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{\beta}{2}}(s^* - s) \right) \quad (2.4)$$

donde $\Phi(\cdot)$ es la función de distribución acumulada normal estándar. En particular, si un jugador observa una señal igual a s^* , entonces asignará una probabilidad igual a $\frac{1}{2}$ de que el otro jugador invierta.

Veamos que existe una única solución siguiendo un proceso de eliminación de estrategias estrictamente dominadas. Sea $b(s^*)$ la solución a

$$s - \Phi \left(\sqrt{\frac{\beta}{2}}(s^* - s) \right) = 0 \quad (2.5)$$

La intuición de la anterior ecuación es la siguiente: si la señal de un jugador resulta ser igual al punto de corte de su estrategia, entonces debe ser indiferente entre invertir y no hacerlo; el lado derecho de la anterior ecuación corresponde al pago esperado de no invertir y el lado izquierdo al pago esperado de invertir, donde en ambos casos este jugador recibe una señal igual al punto de corte $b(s^*)$ y el otro jugador juega una estrategia con punto de corte s^* . Observe que la solución es única ya que el lado izquierdo de la ecuación es creciente en s y decreciente en s^* . Así, si el otro jugador sigue una estrategia umbral con corte en s^* , lo mejor que se puede hacer es seguir una estrategia umbral con corte en $b(s^*)$.

Morris y Shin (2003, p. 61) muestran, por inducción, que si una estrategia s sobrevive $n \in \mathbb{N}$ rondas del proceso de eliminación de estrategias estrictamente dominadas, entonces puede ser escrita como

$$\varphi_i(s_i) = \begin{cases} 1 & \text{si } s_i > b^{n-1}(1) \\ 0 & \text{si } s_i < b^{n-1}(0) \end{cases} \quad (2.6)$$

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

Es más, $b(\cdot)$ tiene un único punto fijo en $\frac{1}{2}$ ya que

$$\lim_{n \rightarrow \infty} b^n(0) = \frac{1}{2} = \lim_{n \rightarrow \infty} b^n(1) \quad (2.7)$$

Por tanto, existe un único equilibrio donde las estrategias umbrales son simétricas y tienen un punto de corte en $\frac{1}{2}$. Introducir un ruido idiosincrático en la estructura de información permite reducir el conjunto de equilibrios a uno unitario.

2.3.2. Juegos globales simétricos de acción binaria

Consideremos ahora ambientes con una función *a priori* impropia en los cuales hay un continuo de agentes con dos opciones de acción ($a \in \{0, 1\}$). Todos ellos tienen la misma función de pagos $u : \{0, 1\} \times [0, 1] \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, donde $u(a, A, s)$ es el pago que recibe un jugador si escoge la acción a , una proporción A de agentes escoge la acción 1 y su señal privada es s . Note que su pago es independiente de cuál de los jugadores haya escogido la acción 1: es una regla impersonal. Se define la utilidad marginal o pago neto $\pi : [0, 1] \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ como

$$\pi(A, s) \equiv u(1, A, s) - u(0, A, s) \quad (2.8)$$

Antes de iniciar el juego, la naturaleza elige el fundamental $\theta \in \mathbb{R}$ a partir de una distribución uniforme (impropia) y cada uno de los agentes recibe una señal al respecto

$$s_i = \theta + \frac{1}{\sqrt{\beta}} \varepsilon_i \quad (2.9)$$

donde $\beta > 0$ es la *precisión* de la señal y ε_i es una variable aleatoria continua con función de densidad $f(\cdot)$ y soporte \mathbb{R} . Dada la densidad *a priori* impropia, la densidad *a posterior* de θ dada la señal s_i es $\sqrt{\beta} f(\sqrt{\beta}(s_i - \theta))$.

La solución de este tipo de juegos requiere de los siguientes supuestos:

1. **Monotonicidad de acción:** $\pi(A, \theta)$ es no decreciente en A .
2. **Monotonicidad de estado:** $\pi(A, \theta)$ es no decreciente en θ .

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

3. **Estricta monotonicidad del estado Lapraciano:** Existe un único θ^* que soluciona:

$$\int_0^1 \pi(A, \theta^*) dA = 0 \quad (2.10)$$

4. **Dominancia límite:** Existen $\underline{\theta}$ y $\bar{\theta} \in \mathbb{R}$ tal que i) $\pi(A, s) < 0$ para todo $A \in [0, 1]$ y $s \leq \underline{\theta}$, y ii) $\pi(A, s) > 0$ para todo $A \in [0, 1]$ y $s \geq \bar{\theta}$.

5. **Continuidad:** La función $\int_0^1 g(A)\pi(A, s)dA$ es continua respecto a la señal s y la función de densidad $g(\cdot)$.

El supuesto 1 establece que para cada jugador la función de utilidad es supermodular en el perfil de acciones; es decir, existe *complementariedades estratégicas* en el siguiente sentido: el pago de un individuo que elige *atacar* es creciente en la proporción de agentes que eligen *atacar*. El supuesto 2 establece que para cada jugador la función de utilidad no puede ser decreciente en el verdadero estado del mundo θ .

El supuesto 3 es una condición más fuerte que el supuesto 2 y establece que existe al menos un valor de θ crítico para jugadores con creencias laplacianas. De acuerdo con Morris y Shin (2003, p. 64) se dice que una acción es laplaciana si es una mejor respuesta a una distribución *a priori* uniforme sobre las elecciones de los otros jugadores. Así, la acción 1 es una acción laplaciana ante la señal s si:

$$\int_0^1 u(1, A, s) dA > \int_0^1 u(0, A, s) dA$$

Y la acción 0 lo es si

$$\int_0^1 u(1, A, s) dA < \int_0^1 u(0, A, s) dA$$

El supuesto 4 establece que los pagos de elegir atacar (no atacar) son uniformes positivos (negativos) para valores lo suficientemente altos (bajos) de θ . Esto es, ante realizaciones del fundamental extremadamente malas (buenas) siempre es mejor respuesta atacar (no atacar). Finalmente, el supuesto 5 impone una condición de continuidad.

Sea $G(\beta)$ el juego descrito junto con los supuestos anteriores y $\varphi : \mathbb{R} \rightarrow \{0, 1\}$, una función que define la estrategia de un jugador que observa la señal s ; los subíndices pueden omitirse ya que, al ser las funciones de pagos de los jugadores simétricas, estos

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

pueden ser descritos mediante las señales que reciben. La siguiente proposición se debe a Morris y Shin (2003):

Proposición 2.1. *Sea θ^* la solución de la ecuación (2.10). La única estrategia que sobrevive al proceso de eliminación iterada de estrategias estrictamente dominadas en $G(\beta)$ es $\varphi(s) = 0$ para todo $s < \theta^*$ y $\varphi(s) = 1$ para todo $s > \theta^*$.*

Este resultado permite reducir la atención, en este tipo de juegos, a equilibrios bayesianos con estrategias umbrales, sin que ello implique pérdida de generalidad.

Ahora, veamos qué sucede cuando θ no sigue una distribución *a priori* impropia, sino una distribución descrita por una función de densidad diferenciable $p(\cdot)$ con soporte en \mathbb{R} . Ya que la información contenida en la función *a priori* importa, en este caso supondremos que la función de pago de los agentes depende del valor de θ y no de su señal, como se hizo en el caso de una función *a priori* impropia; es decir, $u(a, A, \theta)$ es el pago -o la utilidad- de un jugador que elige la acción $a \in \{0, 1\}$, con una proporción de individuos que eligen $a = 1$ igual a $A \in [0, 1]$ y un fundamental igual a θ . La definición de pago neto o utilidad marginal $\pi(A, \theta)$ es análoga.

Para este caso se requiere de los siguientes supuestos adicionales:

- **4*. Dominancia uniforme límite:** Existen $\underline{\theta}$ y $\bar{\theta} \in \mathbb{R}$, y $\varepsilon > 0$ tal que i) $\pi(A, \theta) \leq -\varepsilon$ para todo $A \in [0, 1]$ y $\theta \leq \underline{\theta}$, y ii) $\pi(A, \theta) > \varepsilon$ para todo $A \in [0, 1]$ y $\theta \geq \bar{\theta}$.
- **6. Integrabilidad:** Sea $z \in \mathbb{R}$, la función $\int_{-\infty}^{\infty} z f(z) dz$ está bien definida.

El supuesto 4* reemplaza al 4 y los límites los impone sobre las realizaciones del fundamental θ . El supuesto 6 asegura que la distribución del ruido de la señal esté bien definida. Sea $G^*(\beta)$ el juego descrito junto con los supuestos 1, 2, 3, 4*, 5 y 6. La siguiente proposición se debe a Morris y Shin (2003), la cual extiende la proposición 2.1:

Proposición 2.2. *Sea θ^* la solución de la ecuación (2.10). Para todo $\delta > 0$, existe $\bar{\beta} > 0$ tal que para todo $\beta \leq \bar{\beta}$, si la estrategia φ sobrevive al proceso de eliminación iterada de estrategias estrictamente en el juego $G^*(\beta)$, entonces $\varphi(s) = 0$ para todo $s \leq \theta^* - \delta$ y*

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

$\varphi(s) = 1$ para todo $s \geq \theta^* + \delta$.

La caracterización del equilibrio y algunas observaciones

Recapitulemos. En los juegos globales una estrategia para un jugador es una **regla** que prescribe una acción para cada posible realización de su señal. Un perfil de estrategias, que especifica una regla de acción para cada uno de los jugadores, es un **equilibrio** si, condicional en la información disponible para el jugador i y dadas las estrategias de los otros jugadores, la acción prescrita por la **regla** maximiza la utilidad esperada condicional de i ; es decir, si tratamos las distintas realizaciones de las señales como los posibles *tipos* de jugadores (en el sentido de Harsanyi), el equilibrio es un equilibrio bayesiano del juego.

El tratamiento del equilibrio en este tipo de juegos reside en encontrar una señal umbral que marque un cambio en la regla de acción prescrita para los jugadores. Para poder realizar ello se acude a una **condición de indiferencia**, cuya intuición es la siguiente: en equilibrio, si un jugador recibe una señal igual a la señal umbral debería ser indiferente entre sus dos posibles elecciones. Por tanto, basta con encontrar esta señal umbral para caracterizar un perfil de estrategias completo que constituya un equilibrio.

En algunos casos se necesita de otra condición para poder encontrar esta señal umbral. Dado que los juegos globales tratan de situaciones en las cuales hay cambios de régimen puede resultar conveniente conocer el umbral del fundamental a partir del cual el ataque agregado de los jugadores constituye, en efecto, un cambio de régimen. Conociendo este umbral es más *simple* expresar la utilidad esperada condicional de un jugador ya que podemos separarla en los casos en los que se toma o no cierta elección y hay o no un cambio de régimen. A esta segunda condición la denominaremos como **condición de masa crítica**.

Al respecto Angeletos y Lian (2016) resaltan: i) la introducción de información incompleta en este tipo de juegos dificulta la coordinación entre jugadores haciendo insostenible la existencia de multiplicidad de equilibrios, ya que no pueden tener certeza sobre las acciones del resto de jugadores, y ii) el nivel de incertidumbre en la coordinación de acciones no se relaciona directamente con la incertidumbre que existe acerca del fundamental, sino con la heterogeneidad de la información privada. Para ilustrar esto último supongamos

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

un caso donde la señal que recibe cada uno de los individuos es muy precisa. En tal situación las decisiones de los agentes estarán más sujetas a su señal idiosincrática que a la información pública. Sin embargo, la incertidumbre acerca de las acciones de los demás jugadores puede aumentar porque sus decisiones van a estar más sujetas a sus señales en la medida que creen son más cercanas al fundamental: la incertidumbre reside más en la heterogeneidad de información entre agentes que en la precisión acerca del fundamental.

Un caso con distribuciones normales

Consideremos el siguiente juego, propuesto inicialmente por Morris y Shin (1998): existe un continuo de agentes de masa uno, donde cada uno puede elegir una acción $a \in \{0, 1\}$, que interpretaremos como atacar el *status quo* si es igual a 1 y no atacar si es igual a 0. Además, existe un costo de oportunidad por atacar igual a $c \in (0, 1)$. Supondremos que hay un cambio de régimen, es decir, el *status quo* es abandonado si y solo si $A \geq \theta$, donde $A \equiv \int_0^1 a_i di$ es la magnitud del ataque y θ es la fortaleza del *status quo*. El régimen resultante $R(\theta)$ es

$$R(\theta) \equiv \mathbf{1}_{[A \geq \theta]} \quad (2.11)$$

donde $R(\theta) = 1$ es un cambio de régimen y $R(\theta) = 0$ es permanencia en el *status quo*. A su vez, el pago individual es 0 si el jugador no ataca, $1 - c > 0$ si ataca y el *status quo* se abandona, y $-c < 0$ si ataca, pero se conserva el *status quo*.

Al igual que en el ejemplo introductorio, si θ fuera de conocimiento común este juego podría exhibir equilibrios múltiples. Observe que, como en ese ejemplo, si $\theta < 0$ un perfil de estrategias donde todos ataquen es un equilibrio de Nash, si $\theta > 1$ que nadie ataque es un equilibrio de Nash y de existir $\bar{\theta}$ y $\underline{\theta}$ tal que todos atacan si $\theta \leq \underline{\theta}$ y nadie ataca si $\theta \geq \bar{\theta}$, entonces que todos ataquen o que nadie ataque son equilibrios posibles si $\theta \in (\underline{\theta}, \bar{\theta})$ (véase supuesto 4*).

Supongamos que θ no es de conocimiento común, sino que la naturaleza la extrae de una distribución conocida. Adicionalmente, cada uno de los agentes recibe una señal s_i acerca de dicha realización. Esta señal está contaminada por un ruido que no es posible separar del todo, aunque sí se conoce su distribución:

$$\theta = z + \frac{1}{\sqrt{\alpha}}\eta \quad y \quad s_i = \theta + \frac{1}{\sqrt{\beta}}\varepsilon_i$$

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

donde η es una variable aleatoria normal estándar y las ε_i son variables aleatorias normal estándar independientes entre individuos. La distribución *a posteriori* del fundamental está dada por distribuciones normales donde⁷:

$$E(\theta|s_i) = \frac{\alpha z + \beta s_i}{\alpha + \beta} \quad \text{y} \quad \text{Var}(\theta|s_i) = \frac{1}{\alpha + \beta}$$

El menor nivel al cual el *status quo* es abandonado es donde $A = \theta$, donde A es la masa de agentes que reciben una señal inferior a s^* . Dado que existe un continuo de agentes, A es igual a la probabilidad que un individuo reciba una señal inferior a s^* . Sea θ^* el valor crítico de θ que separa aquellos estados en los cuales el *status quo* es abandonado, de aquellos estados en los que no; es decir, $A = \theta^*$:

$$\Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta^*)\right) = \theta^* \quad (\text{Condición de masa crítica})$$

lo cual es equivalente a:

$$s^* = \theta^* + \frac{\Phi^{-1}(\theta^*)}{\sqrt{\beta}} \quad (2.12)$$

Ahora bien, en el valor crítico s^* , un agente debe ser indiferente entre atacar y no atacar. Si no ataca siempre percibe una utilidad igual a cero, mientras que si ataca la utilidad esperada depende de la probabilidad subjetiva (la que es derivada luego de recibir la señal) de que el *status quo* sea o no abandonado:

$$\text{Prob}(\theta < \theta^* | s^*)(1 - c) + \text{Prob}(\theta \geq \theta^* | s^*)(-c) = 0 \quad (\text{Condición de indiferencia})$$

Lo que dadas las distribuciones *a posteriori*, se puede escribir como:

$$\Phi\left(\sqrt{\alpha + \beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha z + \beta s^*}{\alpha + \beta}\right)\right)(1 - c) - \left[1 - \Phi\left(\sqrt{\alpha + \beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha z + \beta s^*}{\alpha + \beta}\right)\right)\right]c = 0$$

es decir:

$$\theta^* - \frac{\alpha z + \beta s^*}{\alpha + \beta} = \frac{\Phi^{-1}(c)}{\sqrt{\alpha + \beta}} \quad (2.13)$$

⁷Para encontrar las distribuciones *a posteriori* a partir de distribuciones normales se utiliza el siguiente lema estadístico: sean y y x variables aleatorias representadas mediante una distribución normal bivariada

$$\begin{bmatrix} y \\ x \end{bmatrix} \sim \mathcal{N}\left(\begin{bmatrix} \mu_y \\ \mu_x \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_y^2 & \sigma_{yx} \\ \sigma_{xy} & \sigma_x^2 \end{bmatrix}\right)$$

entonces, $E(y|x) = \mu_y + \frac{\sigma_{yx}}{\sigma_x^2}(x - \mu_x)$ y $\text{Var}(y|x) = \sigma_y^2 - \frac{\sigma_{yx}^2}{\sigma_x^2}$

2. Crisis, contagio y juegos globales: una revisión

El equilibrio es igual a la solución conjunta de (2.12) y (2.13); por lo que podemos caracterizarlo mediante estas ecuaciones. Sustituyendo (2.12) en (2.13):

$$\Phi \left(\frac{\alpha}{\sqrt{\beta}} \left((\theta^* - z) - \frac{\sqrt{\alpha + \beta}}{\alpha} \Phi^{-1}(c) \right) \right) - \theta^* = 0 \quad (2.14)$$

Observe que es suficiente para que exista un única solución de la ecuación (2.14) que la derivada del lado izquierdo de esta (respecto a θ) sea no positiva en todo punto; es decir:

$$\left. \frac{\alpha}{\sqrt{\beta}} \phi \left(\frac{\alpha}{\sqrt{\beta}} \left((\theta - z) - \frac{\sqrt{\alpha + \beta}}{\alpha} \Phi^{-1}(c) \right) \right) \right|_{\theta \in \mathbb{R}} \leq 1 \quad (2.15)$$

Ya que la función de densidad normal estándar toma a lo sumo el valor de $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}$, es suficiente para que exista una única solución de θ^* que $\alpha \leq \sqrt{2\pi\beta}$. En otras palabras, la unicidad se garantiza si la perturbación en la información privada (β) es lo suficientemente grande como para que los individuos no sean capaces de anticipar el comportamiento de sus contrapartes, lo que reitera que la incertidumbre estratégica en este tipo de juegos reside en la heterogeneidad de la información idiosincrática.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

A finales del siglo XX y principios del XXI varias economías emergentes experimentaron crisis cambiarias, bancarias o de deuda: México, Tailandia, Indonesia, Corea, Rusia, Brasil, Turquía y Argentina fueron los casos de mayor impacto en la literatura durante la turbulencia económica de poco más de una década. Estos episodios se caracterizaron por suspensiones de los flujos de capitales y contracciones severas de la actividad económica.

En particular, los eventos en Asia pasaron de ser *baches en el camino* -a decir de Bill Clinton, entonces presidente de los Estados Unidos- a una de las mayores crisis económicas en países emergentes. M. Goldstein y Hawkins (1998) clasifican sus causas en tres problemas fundamentales: i) vulnerabilidades del sector financiero debido a una regulación deficiente en la asignación de crédito que coincidió con condiciones holgadas de liquidez global, ii) problemas en el sector externo que se reflejaron en déficits amplios en cuenta corriente, pero que no causaron alertas tempranas debido a los superávits fiscales existentes en estos países, y iii) el contagio. Este capítulo provee una herramienta teórica que ayuda a analizar parte de la primera y la tercera causa en un ambiente donde la estructura de información es incompleta¹.

A saber, Indonesia, Tailandia, Filipinas y Malasia experimentaron un boom de crédito en la década de 1990, cuya expansión fue mayor que la del PIB nominal. La mayor parte de estos recursos tuvieron como destino el sector privado bancario y no bancario con una proporción importante denominada en moneda extranjera, en parte por las facilidades de acceso a recursos de crédito externo. Por ejemplo, en Tailandia se tenían condiciones que *a priori* suponían incentivos para tomar endeudamiento foráneo: i) las tasas de interés externas eran cerca de la mitad de las domésticas, en cierta medida gracias a su cercanía

¹En el Anexo A se presenta, al estilo de Corsetti et al. (2006), una forma de incluir gobiernos y riesgo moral en el modelo.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

con Tokio -uno de los principales centros financieros-, ii) la estabilidad del baht contra el dólar hizo que la percepción de una posible devaluación pronunciada fuera baja, iii) con el propósito de convertir a Bangkok en un centro financiero internacional se había creado el *Bangkok International Banking Facility* cuyo mandato era facilitar recursos a nivel regional (operaciones *out-out*) mediante préstamos externos, pero con la consecuencia de que la mayoría de estos recursos terminaron en agentes domésticos (operaciones *out-in*), y iv) en las dos crisis bancarias previas, el gobierno había intervenido soportando las entidades financieras que se hallaban en problemas.

Tabla 3.1.: Indicadores de sostenibilidad de deuda externa

	Deuda externa total como % del PIB (1996)	Deuda externa total como % de las exportaciones (1996)	Pagos de deuda en 1997 como % del PIB de 1996
Indonesia	49	189	67
Tailandia	59	154	90
Corea del Sur	23	72	37
Malasia	38	42	19
Filipinas	59	140	61
Singapur	11	n.d.	n.d.
Hong Kong	21	15	7
China	16	n.d.	n.d.
Argentina	30	320	133
Brasil	15	n.d.	n.d.
Chile	31	117	14
México	44	139	46

Fuente: M. Goldstein y Hawkins (1998, p. 24)

n.d.: no disponible

Si bien la historia no es exactamente igual en los demás países de la región, el amplio endeudamiento externo sí era generalizado (Tabla 3.1). En términos de deuda externa a PIB, Tailandia y Filipinas eran los países con los mayores niveles, mientras que Indonesia registraba la mayor deuda como porcentaje de sus exportaciones. Estas expansiones de crédito y los posibles problemas de liquidez y descalces cambiarios fueron acompañados a su vez por una regulación deficiente que no aseguraba niveles mínimos de capital bancario y por una revaluación de los inversionistas de economías con problemas semejantes a

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Tailandia, país donde empezaría la sucesión de crisis asiáticas.

El modelo propuesto en este capítulo se construye sobre los trabajos de Takeda (2004) y Corsetti et al. (2006). Introduce un prestamista internacional de última instancia -un jugador *grande*- en un escenario donde las crisis bancarias y las crisis cambiarias tiene una relación bidireccional. Además, el contagio, como un problema de señalización, se incluye en este diseño al estilo de Chen y Suen (2016) lo que permite estudiar no sólo el papel de un prestamista de última instancia en la crisis de un país particular, sino también los efectos que puede generar sobre otras economías.

3.1. El modelo para un país

Consideremos una pequeña economía abierta con tres períodos (0, 1 y 2) en la cual hay un sector bancario y un mercado cambiario. Existe un continuo de masa uno de depositantes con dotaciones iniciales unitarias, una autoridad monetaria que fija la tasa de cambio en un nivel que normalizaremos en 1 y un prestamista internacional de última instancia (IOLR, por sus siglas en inglés). Esta última es una institución internacional que puede proveer liquidez en moneda extranjera, p. ej. el Fondo Monetario Internacional.

Cada uno de los depositantes confía sus recursos a un banco comercial en el período 0 y debe decidir si retira su dinero en el período 1 o espera hasta el período 2. A su vez, el banco comercial invierte el total de recursos depositados en proyectos domésticos, cuyos rendimientos brutos son tales que generan $\kappa \in (0, 1]$ unidades de producto en el período 1 y $R > 0$ unidades de producto en el período 2. Supondremos que R no es fijo, sino que depende del estado de la economía, denotado por θ , y de la proporción de depositantes que retiren su dinero en el período 1, denotado por n . Así, el retorno en el período 2, $R(\theta, n)$, es creciente en θ , al tratarse de activos domésticos, y decreciente² en n , dada su restricción de liquidez.

Los depositantes eligen sus acciones con el fin de maximizar su utilidad esperada. Una

²El supuesto de que $R(\theta, n)$ sea decreciente en n es consistente con i) retornos crecientes a escala de esta inversión y ii) complementariedades estratégicas entre depositantes. I. Goldstein (2005) argumenta que esta situación puede presentarse cuando existen restricciones de liquidez, como es el caso de pequeñas economías abiertas.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

proporción $\alpha \in (0, 1)$ de sus depósitos están denominados en dólares y la restante en pesos. Esto implica que hay un descalce cambiario entre los activos y los pasivos del sector bancario, lo que crea una conexión bidireccional entre el sector bancario y el mercado cambiario. Si los depositantes retiran en el período 1 reciben $\kappa\alpha$ dólares y $\kappa(1 - \alpha)$ pesos, con paridad uno a uno. Si esperan hasta el período 2 y el compromiso cambiario se mantiene, reciben $\alpha R(\theta, n)$ dólares y $(1 - \alpha)R(\theta, n)$ pesos, pero si el compromiso cambiario se rompe, no reciben nada en el período 2. Así, el pago neto por esperar es $R(\theta, n) - \kappa$ si el compromiso cambiario se mantiene, mientras que si colapsa el pago neto es $-\kappa$.

Por su parte, la autoridad monetaria intenta mantener una tasa de cambio fija al mismo tiempo que responde a la demanda por dólares producto de los retiros denominados en dólares de los depositantes. La suficiencia del país para responder a los dos frentes depende de cuatro variables: i) el acervo de reservas internacionales, ii) la fortaleza del estado de la economía, iii) la incidencia de los retiros prematuros y iv) la ayuda contingente del ILOLR. En particular, los recursos que puede proveer el ILOLR son $L \in (0, 1)$ dólares. Supondremos que el compromiso cambiario colapsa; es decir, sucede una crisis cambiaria, si y sólo si

$$\alpha n - L > \Gamma + \omega \theta \quad (3.1)$$

donde Γ es el nivel de reservas internacionales y $\omega > 0$ es un factor de escala. La intuición del lado derecho de la anterior ecuación es la siguiente: el qué tan preparado esté un país para responder a la demanda de divisas dependerá de su nivel de reservas internacionales y de la realización de su fundamental; el parámetro ω sintetiza todos aquellos factores (p. ej. políticos) cuyos efectos amplifiquen ($\omega > 1$) o disminuyan ($\omega < 1$) la fortaleza del fundamental.

De este modo, cuando los fundamentales son lo suficientemente fuertes (es decir, $\theta > \frac{\alpha - \Gamma}{\omega}$), el compromiso cambiario nunca se rompe, independientemente de las acciones que tomen los depositantes o el ILOLR. Cuando $\theta < \frac{\alpha - L - \Gamma}{\omega}$, el compromiso cambiario siempre fracasa y cuando $\frac{\alpha - L - \Gamma}{\omega} \leq \theta \leq \frac{\alpha - \Gamma}{\omega}$ el éxito del *status quo* dependerá de la fracción de retiros y de los posibles recursos contingentes del ILOLR³.

A su vez, el pago del ILOLR dependerá de que haya o no una crisis cambiaria: si el estado

³Véase supuesto 4 en la sección 2.3.2 y la sección 3.1.3 para expresiones más precisas.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

de la economía del país es tal que es solvente en el largo plazo, pero enfrenta problemas de liquidez externa, desembolsar los recursos L es la decisión correcta. En tal caso el pago neto del ILOLR es igual a B . Si, por el contrario, el ILOLR termina por perder su dinero, por insolvencia del país, el pago neto es igual a $-C$, con $C \geq B$. Por tanto, el ILOLR negará los recursos contingentes si, de acuerdo con su información, no pueden recuperarse; es decir, si en lugar de ser recursos de ayuda por liquidez se convierten en un subsidio. Por simplicidad, supondremos que estos recursos son dispuestos a una tasa de interés que se normaliza en cero.

3.1.1. Información y secuencia de eventos

Si bien ni los depositantes ni el ILOLR observan el verdadero valor de θ en el período 1, cada uno de ellos recibe una señal acerca del estado actual de θ . Supondremos que θ se obtiene de una distribución uniforme (impropia) sobre los números reales, lo cual es información pública en el período 0 y su realización se obtiene en el período 1. La señal que recibe cada uno de los depositantes es

$$s_i = \theta + \frac{1}{\sqrt{\beta}}\varepsilon_i \quad (3.2)$$

donde $\beta > 0$ es una constante y el ruido individual ε_i es una variable aleatoria normal estándar. De forma similar, el ILOLR recibe una señal

$$S = \theta + \frac{1}{\sqrt{\gamma}}\eta \quad (3.3)$$

donde $\gamma > 0$ es una constante y η es una variable aleatoria normal estándar. Note que la precisión de la información de depositantes y ILOLR está dada, respectivamente, por β y γ .

La secuencia de eventos es la siguiente: en el **período 0** se depositan los recursos en los bancos y estos los invierten en los proyectos domésticos; en el **período 1**, luego de observar su respectiva señal, tanto el ILOLR como los depositantes forman una creencia acerca del verdadero valor de θ y de las señales recibidas por los otros agentes, con esto cada uno de los depositantes decide si retira o espera y el ILOLR si provee o no los recursos contingentes; por último, en el **período 2** se pagan los pasivos restantes

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

tanto de los depositantes que no retiraron como del ILOLR, siempre y cuando el país sea solvente.

3.1.2. Relevancia de los supuestos

El modelo asocia directamente la exposición al riesgo cambiario con problemas en el sector bancario. Si bien los diseños de los sistemas financieros han tenido avances al respecto, como aquellos introducidos mediante los esquemas de Basilea, aún continúan presentándose exposición a riesgos cambiarios tanto en el sector privado como en el sector público. No obstante, el modelo conserva características de la crisis asiática de finales del siglo XX, al preservar los descalces cambiarios de agentes privados domésticos y la voluntad de una autoridad por mantener un ancla nominal en el tipo de cambio.

Aun así, se tienen limitaciones. Los agentes privados considerados son directamente los bancos comerciales, lo que excluye cualquier interacción de deuda privada en moneda extranjera de firmas domésticas con agentes externos, cualquier mecanismo de cobertura que pueda tener lugar y los posibles incentivos generados por regímenes cambiarios diferentes. Además, las funciones de pagos no capturan las pérdidas resultado de cada una de las crisis por separado ya que se ha supuesto que de romperse el compromiso cambiario el pago de todo depositante que espere hasta el período 2 es nulo.

De forma similar, la función de pagos del ILOLR está generada por dos constantes, por lo que no depende de las pérdidas condicionales a los tipos de crisis, además de que el monto de recursos contingentes no está sujeto a la adopción o corrección de cierta política, ni a una evaluación previa del estado de la economía, sino que se establece como un valor *a priori*. Todas estas simplificaciones se hacen para presentar un abordaje claro del problema dentro de las restricciones usualmente impuestas por los juegos globales.

Así las cosas, si bien el modelo presenta limitaciones en varios aspectos -que pueden constituir desarrollos futuros-, permite abordar el problema de las crisis gemelas y su posible contagio en un marco rastreable que incorpora, entre otros, descalces cambiarios, un prestamista internacional de última instancia y crisis generadas por deterioros en fundamentales económicos o por percepciones pesimistas de la economía.

3.1.3. El equilibrio

Para comprender mejor el rol del ILOLR, consideraremos inicialmente el equilibrio sin la intervención del ILOLR, cuyo análisis reside en una aplicación de la sección 2.3.2, para luego continuar con la interacción entre los depositantes y el ILOLR.

Equilibrio sin el ILOLR

Como se vio en el capítulo 2 el equilibrio de este tipo de juegos está dado por estrategias umbrales las cuales están caracterizadas por un valor crítico. En este caso los valores críticos son θ^* , debajo del cual el compromiso cambiario siempre colapsa, y la señal s^* donde los depositantes observando una señal por debajo de este valor siempre retiran en el período 1. La probabilidad de que un depositante particular reciba una señal por debajo de s^* , que corresponde a los retiros prematuros, es:

$$Prob(s_i \leq s^* | \theta) = \Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta)\right) \equiv n(\theta) \quad (3.4)$$

El compromiso cambiario colapsa si y sólo si $\alpha n \geq \Gamma + \omega\theta$. Por lo que el valor crítico bajo el cual se asegura este colapso es $\alpha n(\theta^*) = \Gamma + \omega\theta^*$; es decir,

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta^*)\right) = \Gamma + \omega\theta^* \quad (\text{Condición de masa crítica}) \quad (3.5)$$

Ahora, veamos cuál es la estrategia umbral óptima para un depositante que observa una señal s_i , dado θ^* . La probabilidad condicional del colapso del compromiso cambiario para este depositante es:

$$Prob(\theta \leq \theta^* | s_i) = \Phi\left(\sqrt{\beta}(\theta^* - s_i)\right) \quad (3.6)$$

Un depositante que reciba la señal s^* debe ser indiferente entre retirar y esperar. Es decir, la condición de indiferencia que caracteriza el umbral s^* es:

$$\int_{\theta^*}^{\infty} R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta)\right)\right) \sqrt{\beta}\phi\left(\sqrt{\beta}(\theta - s^*)\right) d\theta = \kappa \quad (\text{Condición de indiferencia}) \quad (3.7)$$

donde $\sqrt{\beta}\phi(\sqrt{\beta}(\theta - s^*))$ es la función de densidad de θ , dada la señal s^* . Por simplicidad, adoptaremos la siguiente notación $f(\theta | s^*) \equiv \sqrt{\beta}\phi(\sqrt{\beta}(\theta - s^*))$.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Por tanto, el equilibrio⁴ está caracterizado por las ecuaciones (3.5) y (3.7), donde i) el compromiso cambiario colapsa si y sólo si el estado de la economía θ es inferior a θ^* y ii) cada depositante retira su dinero en el período 1 si y sólo si observa una señal inferior a s^* .

Equilibrio con el IOLR

El modelo considera el problema de coordinación que enfrentan los depositantes y el IOLR en el período 1, ya que cada uno de los depositantes desconoce la información exacta que han recibido los demás depositantes y la que posee el IOLR, pero el resultado dependerá de las acciones que todos tomen. No obstante, note que comparado con la discusión de la sección 2.3, el IOLR no es un agente insignificante sino que, a diferencia de los depositantes, su decisión importa por sí misma dada su magnitud: es un jugador *grande* en el sentido de Corsetti et al. (2004). De esta forma, el equilibrio dependerá de cuatro puntos de corte. Los primeros dos se refieren a valores del estado θ bajo los cuales, por un lado, el compromiso cambiario siempre fracasa y, por otro, siempre es exitoso: entre estos dos es donde la intervención del IOLR será decisoria (Figura 3.1). Los otros dos valores restantes corresponden a los puntos críticos de las señales de los depositantes y el IOLR.

Derivemos los primeros dos puntos críticos. Si los depositantes siguen una estrategia umbral con punto de corte s^* , la proporción de retiros bajo el estado θ es $\Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \theta))$. Sea $\bar{\theta}$ el nivel del fundamental sobre el cual la magnitud del retiro de los depositantes no es suficiente para hacer que el compromiso cambiario colapse, incluso cuando no hay intervención del IOLR; es decir, cuando $\theta \geq \bar{\theta}$ el compromiso cambiario se mantiene sin importar si el IOLR provee recursos contingentes o no. Este nivel está definido por:

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \bar{\theta})\right) = \Gamma + \omega\bar{\theta} \quad (3.8)$$

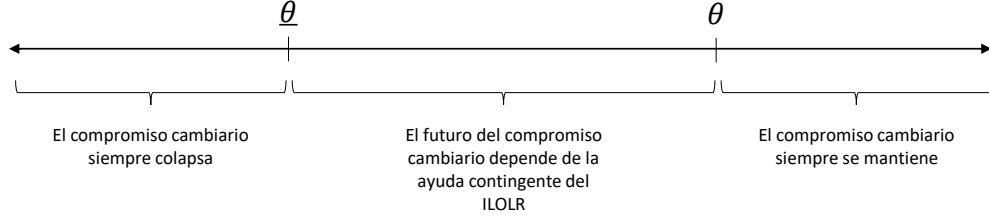
A su vez, incluso si el IOLR interviene, el compromiso cambiario colapsa si y solo si $\theta \leq \underline{\theta}$, con $\underline{\theta}$ definido por:

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta})\right) - L = \Gamma + \omega\underline{\theta} \quad (3.9)$$

⁴La existencia y unicidad de este equilibrio se garantizan por el desarrollo presentado en la sección 2.3.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Figura 3.1.: Umbrales del fundamental bajo un s^*



Veamos ahora las ecuaciones que determinan los puntos de corte de las señales individuales; es decir, s^* y S^* . Al recibir la señal S , el ILOLR asigna una probabilidad $\Phi(\sqrt{\gamma}(\underline{\theta} - S))$ a un colapso del compromiso cambiario, a pesar de su intervención. Por lo que la condición de indiferencia en este caso es:

$$B \cdot \left(1 - \Phi(\sqrt{\gamma}(\underline{\theta} - S^*))\right) - C \cdot \Phi(\sqrt{\gamma}(\underline{\theta} - S^*)) = 0 \quad (3.10)$$

Lo que es equivalente a:

$$S^* = \underline{\theta} - \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \Phi^{-1} \left(\frac{B}{B + C} \right) \quad (3.11)$$

Por tanto, el ILOLR provee recursos contingentes si y sólo si observa una señal $S \geq S^*$.

Ahora, consideremos el problema de un depositante que observa la señal s^* , por lo que debe ser indiferente entre elegir retirar y elegir esperar. Este depositante debe tener en cuenta los umbrales $\underline{\theta}$ y $\bar{\theta}$ para su decisión. La condición de indiferencia es:

$$\int_{\underline{\theta}}^{\bar{\theta}} R \left(\theta, \Phi \left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta) \right) \right) \left(1 - \Phi \left(\sqrt{\gamma}(S^* - \theta) \right) \right) f(\theta|s^*) d\theta + \int_{\bar{\theta}}^{\infty} R \left(\theta, \Phi \left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta) \right) \right) f(\theta|s^*) d\theta = \kappa \quad (3.12)$$

donde $\Phi(\sqrt{\gamma}(S^* - \theta))$ es la probabilidad de que el ILOLR reciba una señal inferior a S^* , dado θ o, lo que es lo mismo, la probabilidad de que no provea los recursos contingentes, dado un cierto estado de la economía. La intuición del lado izquierdo de la ecuación (3.12) es la siguiente: por debajo de $\underline{\theta}$ el compromiso cambiario falla, sin importar que el

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

ILOLR intervenga, y el pago del depositante es nulo si no retira sus recursos; entre $\underline{\theta}$ y $\bar{\theta}$ el éxito del compromiso cambiario está mediado por la intervención del ILOLR por lo que el pago esperado tiene en cuenta la probabilidad de que el ILOLR observe una señal superior a su punto de corte S^* ; es decir, la probabilidad dada por $1 - \Phi(\sqrt{\gamma}(S^* - \theta))$. Por último, realizaciones de θ superiores a $\bar{\theta}$ conservan el compromiso cambiario sin importar la magnitud de retiros o la intervención del ILOLR, pero su pago dependerá de la cantidad de retiros prematuros que se hayan hecho.

Para simplificar el análisis se definen:

$$p \equiv \sqrt{\beta}(\theta - s^*), \quad \underline{p} \equiv \sqrt{\beta}(\underline{\theta} - s^*), \quad \text{y} \quad \bar{p} \equiv \sqrt{\beta}(\bar{\theta} - s^*)$$

Note que, utilizando (3.8) y (3.9):

$$\frac{\partial p}{\partial s^*} = -\frac{\omega}{\frac{\omega}{\sqrt{\beta}} + \alpha\phi(\underline{p})} < 0 \quad \text{y} \quad \frac{\partial \bar{p}}{\partial s^*} = -\frac{\omega}{\frac{\omega}{\sqrt{\beta}} + \alpha\phi(\bar{p})} < 0$$

Al hacer el cambio de variables en la ecuación (3.12) y utilizando (3.11), obtenemos:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{\beta}} \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} R\left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p)\right) \left(1 - \Phi\left(\sqrt{\frac{\gamma}{\beta}}(\underline{p} - p) - \Phi^{-1}\left(\frac{B}{B+C}\right)\right)\right) f(p) dp \\ + \frac{1}{\sqrt{\beta}} \int_{\bar{p}}^{\infty} R\left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p)\right) f(p) dp - \kappa = 0 \end{aligned} \quad (3.13)$$

donde $f(p) \equiv \sqrt{\beta}\phi(p)$.

El lado izquierdo de la ecuación (3.13) es decreciente en \underline{p} y en \bar{p} , y creciente en s . Además, define una función continua con valores negativos para realizaciones lo suficientemente pequeñas de s y con valores positivos para realizaciones lo suficientemente grandes de s . Por tanto, hay una única solución para s^* y, por la ecuación (3.11), para S^* .

Proposición 3.1. *Hay una sola combinación de estrategias que sobrevive al proceso de eliminación de estrategias estrictamente dominadas, las cuales están caracterizado por estrategias umbrales con puntos de corte s^* y S^* para depositantes e ILOLR, respectivamente.*

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Prueba. Sea $u(s, \hat{s})$ el pago esperado de un depositante que elige esperar cuando observa una señal s , dado que los otros depositantes siguen una estrategia umbral con corte en \hat{s} y el IOLR juega su mejor respuesta $S(\hat{s})$ caracterizada por (3.11). Este pago es:

$$u(s, \hat{s}) = \int_{\underline{\theta}(\hat{s})}^{\bar{\theta}(\hat{s})} R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s - \theta)\right)\right) \left(1 - \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S(\hat{s}) - \theta)\right)\right) f(\theta|s) d\theta \\ + \int_{\bar{\theta}(\hat{s})}^{\infty} R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s - \theta)\right)\right) f(\theta|s) d\theta$$

donde $\underline{\theta}(\hat{s})$ y $\bar{\theta}(\hat{s})$ son los valores de $\underline{\theta}$ y $\bar{\theta}$ cuando los otros depositantes siguen estrategias con corte $\hat{s} \in \mathbb{R}$.

Sea \underline{s}_0 el umbral de s bajo el cual retirar es una estrategia estrictamente dominante. Por el proceso de eliminación iterada de estrategias estrictamente dominadas, esperar se descarta como posible elección para señales $s < \underline{s}_0$. Si los otros depositantes siguen una estrategia con corte \underline{s}_0 y el IOLR una con $S(\underline{s}_0)$, la estrategia óptima a seguir es aquella con corte \underline{s}_1 , donde

$$u(\underline{s}_1, \underline{s}_0) = \kappa$$

Si $\underline{s}_1 > \underline{s}_0$ se puede realizar otra ronda del proceso de eliminación iterada de estrategias estrictamente dominadas. Como la estrategia con corte \underline{s}_1 es mejor respuesta a la estrategia con corte \underline{s}_0 , esta última puede ser eliminada, obteniendo que el nuevo umbral inferior es \underline{s}_1 , cuya mejor respuesta está dada por

$$u(\underline{s}_2, \underline{s}_1) = \kappa$$

Si $\underline{s}_2 > \underline{s}_1$, se puede repetir el proceso de eliminación de estrategias estrictamente dominadas. Ello genera una serie $\underline{s}_0 < \underline{s}_1 < \underline{s}_2 < \dots < \underline{s}_k < \dots$, donde cualquier estrategia con corte $s < \underline{s}_k$ es eliminada luego de la ronda $k + 1$. Dado que la ecuación (3.13) tiene una única solución, existe \underline{s} a la que converge la iteración. Un proceso similar se puede hacer empezando *desde arriba*; es decir, desde una señal umbral sobre la cual retirar sea estrictamente dominante. La única estrategia que sobrevive a este proceso (*desde abajo* y *desde arriba*) es la caracterizada por $u(s, s) = \kappa$; es decir, la solución s^* de (3.13) y, en consecuencia, S^* de (3.11). \square

El anterior resultado permite concentrar la atención en estrategias umbrales, puesto que

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

allí se encuentra el único equilibrio. El argumento desarrollado en la anterior prueba (Proposición 3.1) es una adaptación *verbal* de uno más general presentado en Corsetti et al. (2004), donde se generalizan los resultados de Morris y Shin (2003) para juegos globales en los cuales se incluyen asimetrías respecto al tamaño de los jugadores.

Proposición 3.2. *Los umbrales $\bar{\theta}$, $\underline{\theta}$, s^* y S^* son crecientes en α .*

Prueba. Diferenciando las ecuaciones (3.8) y (3.9) respecto a α se obtiene:

$$\frac{\partial s^*}{\partial \alpha} = \frac{1}{\eta_1} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial \alpha} - \eta_2 \quad (3.14)$$

$$\frac{\partial s^*}{\partial \alpha} = \frac{1}{\eta_3} \frac{\partial \underline{\theta}}{\partial \alpha} - \eta_4 \quad (3.15)$$

donde

$$\eta_1 = \left(1 + \frac{\omega}{\alpha \sqrt{\beta} \phi(\sqrt{\beta}(s^* - \bar{\theta}))} \right)^{-1} \in (0, 1)$$

$$\eta_2 = \frac{1}{\alpha \sqrt{\beta} \phi(\sqrt{\beta}(s^* - \bar{\theta}))} \Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \bar{\theta})) > 0$$

$$\eta_3 = \left(1 + \frac{\omega}{\alpha \sqrt{\beta} \phi(\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta}))} \right)^{-1} \in (0, 1)$$

$$\eta_4 = \frac{1}{\alpha \sqrt{\beta} \phi(\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta}))} \Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta})) > 0$$

Utilizando las definiciones de \bar{p} y \underline{p} :

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial \alpha} = \sqrt{\beta} \left(\eta_1 \eta_2 - \frac{\partial s^*}{\partial \alpha} (1 - \eta_1) \right) \quad (3.16)$$

$$\frac{\partial \underline{p}}{\partial \alpha} = \sqrt{\beta} \left(\eta_3 \eta_4 - \frac{\partial s^*}{\partial \alpha} (1 - \eta_3) \right) \quad (3.17)$$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Al diferenciar la ecuación (3.13) respecto a α obtenemos:

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial \alpha} \eta_5 + \frac{\partial \underline{p}}{\partial \alpha} \eta_6 + \frac{\partial s^*}{\partial \alpha} \eta_7 = 0 \quad (3.18)$$

donde⁵

$$\begin{aligned} \eta_5 &= R \left(\frac{\bar{p}}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-\bar{p}) \right) \Phi \left(\Phi^{-1} \left(\frac{B}{B+C} \right) - \sqrt{\frac{\gamma}{\beta}} (\underline{p} - p) \right) f(\bar{p}) \\ &\quad - R \left(\frac{\bar{p}}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-\bar{p}) \right) f(\bar{p}) < 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_6 &= -R \left(\frac{\underline{p}}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-\underline{p}) \right) \left(\frac{B}{B+C} \right) f(\underline{p}) \\ &\quad - \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} R \left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p) \right) \sqrt{\frac{\gamma}{\beta}} \phi \left(\sqrt{\frac{\gamma}{\beta}} (\underline{p} - p) - \Phi^{-1} \left(\frac{B}{B+C} \right) \right) f(p) dp < 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \eta_7 &= \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} \frac{\partial}{\partial (\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*)} R \left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p) \right) \Phi \left(\Phi^{-1} \left(\frac{B}{B+C} \right) - \sqrt{\frac{\gamma}{\beta}} (\underline{p} - p) \right) f(p) dp \\ &\quad + \int_{\bar{p}}^{\infty} \frac{\partial}{\partial (\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*)} R \left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p) \right) f(p) dp > 0 \end{aligned}$$

De las ecuaciones (3.16) a (3.18) se tiene que

$$\frac{\partial s^*}{\partial \alpha} = \frac{\eta_1 \eta_2 \eta_5 + \eta_3 \eta_4 \eta_6}{(1 - \eta_1) \eta_5 + (1 - \eta_3) \eta_6 - \frac{\eta_7}{\sqrt{\beta}}} > 0$$

Lo que a su vez lleva por las ecuaciones (3.14), (3.15) y (3.11), respectivamente, a:

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial \alpha} > 0, \quad \frac{\partial \theta}{\partial \alpha} > 0, \quad y \quad \frac{\partial S^*}{\partial \alpha} > 0$$

□

El diseño del modelo incluye depósitos en moneda doméstica y en dólares, donde α es la proporción denominada en dólares. La Proposición 3.2 formaliza la incidencia de los descalces cambiarios a través de este parámetro: la probabilidad de crisis gemelas aumenta en tanto más alta es la proporción de depósitos en dólares. Observe que entre

⁵La simplificación de estas expresiones hace uso de la siguiente propiedad: $\Phi(z) = 1 - \Phi(-z)$.

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

mayor sea α , más grandes son los umbrales a partir de los cuales los agentes empiezan a no retirar sus depósitos y el ILOLR comienza a proveer los recursos contingentes; es decir, requieren de señales más fuertes (más grandes) para soportar el régimen actual.

Proposición 3.3. *Los umbrales $\bar{\theta}$, $\underline{\theta}$, s^* y S^* son decrecientes en L .*

Prueba. La prueba es análoga a la de la Proposición 3.2. Diferenciando las ecuaciones (3.8) y (3.9) respecto a L se obtiene:

$$\frac{\partial s^*}{\partial L} = \frac{1}{\eta_1} \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial L} \quad (3.19)$$

$$\frac{\partial s^*}{\partial L} = \frac{1}{\eta_3} \frac{\partial \underline{\theta}}{\partial L} + \frac{1}{\alpha \sqrt{\beta} \phi (\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta}))} \quad (3.20)$$

Utilizando las definiciones de \bar{p} y \underline{p} :

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial L} = -\sqrt{\beta}(1 - \eta_1) \frac{\partial s^*}{\partial L} \quad (3.21)$$

$$\frac{\partial \underline{p}}{\partial L} = -\sqrt{\beta}(1 - \eta_3) \frac{\partial s^*}{\partial L} - \frac{\eta_3}{\alpha \phi (\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta}))} \quad (3.22)$$

Al diferenciar la ecuación (3.13) respecto a L obtenemos:

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial L} \eta_5 + \frac{\partial \underline{p}}{\partial L} \eta_6 + \frac{\partial s^*}{\partial L} \eta_7 = 0 \quad (3.23)$$

De las ecuaciones (3.21) a (3.23) se tiene que

$$\frac{\partial s^*}{\partial L} = \frac{\eta_3 \eta_6}{\alpha \sqrt{\beta} \phi (\sqrt{\beta}(s^* - \underline{\theta})) \left((\eta_1 - 1) \eta_5 + (\eta_3 - 1) \eta_6 + \frac{1}{\sqrt{\beta}} \eta_7 \right)} < 0$$

Lo que a su vez lleva por las ecuaciones (3.19), (3.20) y (3.11), respectivamente, a:

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial L} < 0, \quad \frac{\partial \underline{\theta}}{\partial L} < 0, \quad y \quad \frac{\partial S^*}{\partial L} < 0$$

□

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

¿Una mayor disponibilidad de recursos contingentes por parte del ILOLR reduce la probabilidad de una crisis? La Proposición 3.3 ayuda a responder a esta pregunta. Al ser los umbrales decrecientes en L , los depositantes retirarán de forma prematura en un menor rango de realizaciones del fundamental si L aumenta; es decir, un mayor nivel de recursos contingentes hace que la proporción de agentes dispuestos a soportar el régimen actual sea mayor ante *cualquier* valor del fundamental. Note que este efecto no requiere que la magnitud de L sea lo suficientemente grande como para soportar la demanda total por moneda extranjera: basta con un mayor nivel de recursos como señal para generar mayor confianza, sin ser necesario que estos recursos puedan responder a la demanda máxima por divisas. A ello se suma que la mayor disponibilidad de recursos por parte del ILOLR hace que pueda proveerlos en situaciones en las que si no los tuviera no lo haría. Así, el modelo soporta la idea de que un prestamista internacional de última instancia puede evitar una crisis por medios directos (intervenciones) e indirectos (disposición): el ILOLR puede prevenir el desarrollo de una crisis no sólo mediante intervenciones directas, sino también acudiendo a mecanismos de coordinación que hagan que los agentes aumenten su confianza en el régimen vigente.

Cabe aclarar que la magnitud de los efectos de α y L sobre los distintos umbrales depende de la tecnología $R(\theta, n)$, la cual determina los rendimientos de los activos domésticos, y el parámetro de escala ω .

Ahora bien, consideremos el efecto que tiene la precisión de la información que posee el ILOLR acerca del verdadero estado de la economía. Si supusiéramos que existen dos economías exactamente iguales, pero en una el ILOLR posee una mejor información, sólo este hecho hace que la probabilidad de crisis disminuya en comparación con la otra economía. La intuición de ello (que se formaliza en la Proposición 3.4) radica en que, con información más precisa (γ más grande), el ILOLR puede estimar mejor el verdadero estado de la economía lo que reduce el ruido idiosincrático en sus decisiones y genera un mayor nivel de confianza acerca de sus intervenciones en los depositantes.

Proposición 3.4. *Los umbrales $\bar{\theta}$, $\underline{\theta}$, s^* y S^* son decrecientes en γ .*

Prueba. La ecuación (3.11) puede ser escrita como:

$$\Phi\left(\sqrt{\gamma}(\underline{\theta} - S^*)\right) = \frac{B}{B + C}$$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Al diferenciarla respecto a γ :

$$\phi(\sqrt{\gamma}(\underline{\theta} - S^*)) \left(\frac{1}{2\sqrt{\gamma}}(\underline{\theta} - S^*) + \left(\frac{\partial \underline{\theta}}{\partial \gamma} - \frac{\partial S^*}{\partial \gamma} \right) \sqrt{\gamma} \right) = 0$$

es decir,

$$\frac{\partial S^*}{\partial \gamma} = \frac{\partial \underline{\theta}}{\partial \gamma} - \frac{S^* - \underline{\theta}}{2\gamma} \quad (3.24)$$

Note que por la ecuación (3.11) y las condiciones sobre la función de pagos del ILOLR, el segundo término de la derecha de la anterior ecuación es no negativo ($S^* \geq \underline{\theta}$); es decir, el mínimo punto de corte para la estrategia del ILOLR no puede ser menor que aquel nivel del fundamental bajo el cual se abandona el compromiso cambiario incluso con su intervención.

Diferenciando a (3.8) y (3.9) respecto a γ y junto con las definiciones de \bar{p} y \underline{p} se llega a:

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial \gamma} = -\sqrt{\beta}(1 - \eta_1) \frac{\partial s^*}{\partial \gamma} \quad (3.25)$$

$$\frac{\partial \underline{p}}{\partial \gamma} = -\sqrt{\beta}(1 - \eta_3) \frac{\partial s^*}{\partial \gamma} \quad (3.26)$$

Al diferenciar la ecuación (3.13) respecto a γ obtenemos:

$$\frac{\partial \bar{p}}{\partial \gamma} \eta_5 + \frac{\partial \underline{p}}{\partial \gamma} \eta_6 + \frac{\partial s^*}{\partial \gamma} \eta_7 + \lambda = 0 \quad (3.27)$$

donde

$$\lambda = \int_{\underline{p}}^{\bar{p}} R \left(\frac{p}{\sqrt{\beta}} + s^*, \Phi(-p) \right) \left(\frac{p - \underline{p}}{2\sqrt{\gamma}} \right) \phi \left(\sqrt{\frac{\gamma}{\beta}}(p - \underline{p}) - \Phi^{-1} \left(\frac{B}{B + C} \right) \right) f(p) dp > 0$$

De las ecuaciones (3.25) a (3.27) se tiene que

$$\frac{\partial s^*}{\partial \gamma} = \frac{\lambda}{\sqrt{\beta}(1 - \eta_1)\eta_5 + \sqrt{\beta}(1 - \eta_3)\eta_6 - \eta_7} < 0$$

Lo que a su vez lleva a:

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial \gamma} < 0, \quad \frac{\partial \underline{\theta}}{\partial \gamma} < 0, \quad \text{y por la ecuación (3.24) a } \frac{\partial S^*}{\partial \gamma} < 0$$

□

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

Mishkin (1999) señalaba en las crisis asiáticas que, dados los arreglos institucionales y el endeudamiento en moneda extranjera de estas economías, era mucho más difícil para un banco central procurar la recuperación de una crisis de lo que sería en una economía avanzada: el resultado neto de una política monetaria expansiva podía ser lesiva para los balances de hogares, firmas y bancos, causando deterioros en su situación financiera, incubando espirales inflacionarias y haciendo aún más traumática la recesión. Así, la rapidez de la recuperación dependería en gran medida de los recursos externos disponibles. El modelo expuesto formaliza esta intuición mediante la inclusión de un prestamista internacional de última instancia -IOLR- y de la existencia de un *buffer* de reservas internacionales.

No obstante, si bien el modelo emula características de las crisis asiáticas de finales del siglo XX, la discusión de la provisión de liquidez externa en momentos de emergencia no se limita a estos episodios: es un problema mucho más extenso y de especial importancia para países emergentes. La forma exacta de estos mecanismos de emergencia es un tema de discusión recurrente. Por ejemplo, Landau (2014) advierte sobre la pertinencia de un prestamista internacional de última instancia: motivado por la acumulación regular y sistemática durante la última década de reservas internacionales en economías emergentes, el debate de la idoneidad de una *red de seguridad global* es urgente dados los costos sistémicos que podría acarrear esta acumulación en un futuro⁶.

⁶A saber, en palabras de Landau (2014) estos costos radican en:

1. “[...] there is an impact on long-term interest rates. Reserve accumulation by EMEs, and their reinvestment in advanced countries public debt, create a worldwide shift in preferences for risk-free assets that may be enough to keep real rates at low levels. Some would argue that this feedback loop creates a permanent disconnect between market rates and the Wicksellian natural rate of interest, and may be partly responsible for the build-up in financial imbalances.”
2. “[...] abrupt withdrawals of reserves have the potential to create significant financial disruptions in advanced countries’ capital markets and banking systems, and did so for brief periods in 2009–10. Those disruptions also affect reserve holders, whose reserves may depreciate in value in case they are massively and simultaneously used. Reserves do not represent true “outside liquidity” and reserve holders may be victims of a fallacy of composition. Countries might find themselves poorly protected against widespread, aggregate, liquidity shocks.”
3. “[...] one might want to think about the true nature of global capital markets when a significant part of gross cross-border assets and liabilities are located on the balance sheets of public entities whose behaviour may differ from the canonical model of risk-return-maximising financial intermediaries.”

3.2. El mecanismo de contagio

Para introducir el contagio en el modelo modificaremos otros supuestos. Además de la incertidumbre alrededor de θ , algunas reglas del juego también serán desconocidas. En particular, supondremos que existen dos posibles tipos de mundos, tanto para el sector bancario como para el mercado cambiario: uno *tranquilo*, denotado por T , y otro *turbulento*, denotado por F . Los agentes conocerán este diseño, pero no podrán diferenciar con precisión en qué tipo de mundo se encuentran. La diferencia entre mundos radica en que los rendimientos de los activos domésticos y la fortaleza del compromiso cambiario son más bajos en el mundo turbulento que en el tranquilo; es decir: $R_T(\theta, n) = \delta_T R(\theta, n) \geq R_F(\theta, n) = \delta_F R(\theta, n)$ para todo θ y para cada n , con $\delta_T \geq \delta_F > 0$ y $\Gamma_T \geq \Gamma_F > 0^7$. Esta forma de introducir el contagio se debe a Chen y Suen (2016), mecanismo que puede ser clasificado dentro de la categoría de reevaluación de fundamentales (véase la sección 2.2), y requiere modificar la distribución *a priori* del fundamental a una que permita calcular masas de probabilidad cuantificables; en concreto, asumiremos que θ sigue una distribución normal con media μ y precisión σ , con esto se obtienen distribuciones normales *a posteriori* donde:

$$E(\theta|s^*) = \frac{\sigma\mu + \beta s^*}{\sigma + \beta} \equiv \hat{s} \quad , \quad E(\theta|S^*) = \frac{\sigma\mu + \gamma S^*}{\sigma + \gamma} \equiv \hat{S}$$

$$Var(\theta|s^*) = \frac{1}{\sigma + \beta} \quad , \quad Var(\theta|S^*) = \frac{1}{\sigma + \gamma}$$

El diseño del modelo es el mismo para todos los países, pero la realización de los fundamentales es independiente entre ellos, por lo que el contagio radica en la percepción del mundo antes que en los vínculos de variables reales. Los N países se ordenan *ex-ante* en una línea fija y la cadena de eventos se desarrolla de forma secuencial. Esto con el fin de capturar el hecho de que los fenómenos de crisis en *racimo* no se dan de forma simultánea sino más bien son una serie de episodios encadenados. Denotaremos por t al país que se analiza en la ronda número t .

En este contexto, los agentes pueden actualizar sus creencias (*aprender*, si así se quiere denominar) sobre el mundo en que se encuentran mediante la observación de países precedentes. Para ello supondremos que una vez finalice el modelo en un país, los depo-

⁷Una forma más intuitiva puede ser $\omega_T \geq \omega_F > 0$. Sin embargo, se optó por el nivel de reservas porque facilitaba la solución computacional de los ejemplos numéricos presentados más adelante.

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

sitantes y el ILOLR podrán actualizar sus creencias con base en las realizaciones del país anterior. Note que los resultados observados sólo servirán para tener una mejor percepción del verdadero estado del mundo, ya que no podrán emplearse para tener una mejor idea del fundamental en la medida que los fundamentales son variables independientes entre países. Denotaremos con ψ_t a la creencia en el país t de que se está en un mundo tranquilo.

Las siguientes son las condiciones que caracterizan el equilibrio en t :

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \bar{\theta}_{T,t})\right) = \Gamma_T + \omega\bar{\theta}_{T,t} \quad (3.28)$$

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \bar{\theta}_{F,t})\right) = \Gamma_F + \omega\bar{\theta}_{F,t} \quad (3.29)$$

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \underline{\theta}_{T,t})\right) - L = \Gamma_T + \omega\underline{\theta}_{T,t} \quad (3.30)$$

$$\alpha\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \underline{\theta}_{F,t})\right) - L = \Gamma_F + \omega\underline{\theta}_{F,t} \quad (3.31)$$

Además de:

$$\begin{aligned} B \cdot \left[1 - \psi_t \Phi\left(\sqrt{\sigma + \gamma}(\underline{\theta}_{T,t} - \hat{S}_t)\right) - (1 - \psi_t) \Phi\left(\sqrt{\sigma + \gamma}(\underline{\theta}_{F,t} - \hat{S}_t)\right) \right] \\ = C \cdot \left[\psi_t \Phi\left(\sqrt{\sigma + \gamma}(\underline{\theta}_{T,t} - \hat{S}_t)\right) + (1 - \psi_t) \Phi\left(\sqrt{\sigma + \gamma}(\underline{\theta}_{F,t} - \hat{S}_t)\right) \right], \quad y \quad (3.32) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \psi_t \left[\int_{\underline{\theta}_{T,t}}^{\bar{\theta}_{T,t}} \delta_T R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \theta)\right)\right) \left(1 - \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S_t^* - \theta)\right)\right) g(\theta|s_t^*) d\theta \right. \\ \left. + \int_{\bar{\theta}_{T,t}}^{\infty} \delta_T R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \theta)\right)\right) g(\theta|s_t^*) d\theta \right] \\ + (1 - \psi_t) \left[\int_{\underline{\theta}_{F,t}}^{\bar{\theta}_{F,t}} \delta_F R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \theta)\right)\right) \left(1 - \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S_t^* - \theta)\right)\right) g(\theta|s_t^*) d\theta \right. \\ \left. + \int_{\bar{\theta}_{F,t}}^{\infty} \delta_F R\left(\theta, \Phi\left(\sqrt{\beta}(s_t^* - \theta)\right)\right) g(\theta|s_t^*) d\theta \right] = \kappa \quad (3.33) \end{aligned}$$

donde

$$g(\theta|s_t^*) = \sqrt{\sigma + \beta} \phi\left(\sqrt{\sigma + \beta}(\theta - \hat{s}_t)\right)$$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Observe, de las condiciones (3.28)-(3.31), que $\bar{\theta}_{T,t}(\psi_t) \leq \bar{\theta}_{F,t}(\psi_t)$ y $\underline{\theta}_{T,t}(\psi_t) \leq \underline{\theta}_{F,t}(\psi_t)$, con desigualdad estricta si $\omega_T > \omega_F$. Además, restando (3.28) y (3.31)⁸:

$$\alpha \left(\Phi \left(\sqrt{\beta}(\underline{\theta}_{F,t} - s_t^*) \right) - \Phi \left(\sqrt{\beta}(\bar{\theta}_{T,t} - s_t^*) \right) \right) + \omega(\underline{\theta}_{F,t} - \bar{\theta}_{T,t}) = \Gamma_T - (\Gamma_F + L)$$

Lo que indica que $\underline{\theta}_{F,t} > \bar{\theta}_{T,t}$ si y sólo si $\Gamma_T > \Gamma_F + L$.

La actualización recursiva de esta creencia es (Chen y Suen, 2016):

$$\frac{1 - \psi_{t+1}}{\psi_{t+1}} = \begin{cases} \frac{1 - \psi_t}{\psi_t} \frac{P_F(\psi_t)}{P_T(\psi_t)} & \text{si } C_t = 1 \\ \frac{1 - \psi_t}{\psi_t} \frac{1 - P_F(\psi_t)}{1 - P_T(\psi_t)} & \text{si } C_t = 0 \end{cases} \quad (3.34)$$

donde $P_T(\psi_t)$ y $P_F(\psi_t)$ son las probabilidades “**objetivas**” asociadas, respectivamente, a una crisis en un mundo tranquilo y a una en uno turbulento. Las denominamos como objetivas porque corresponden a aquellas probabilidades que asignaría un agente que no recibe señal alguna sobre el suceso de crisis, tal como es el caso de los agentes en países posteriores. Así, si bien un agente en el país $t + 1$ no observa señal alguna del fundamental del país t , sí puede asociar probabilidades a que haya o no una crisis teniendo en cuenta el diseño del juego: a esto se refieren las probabilidades objetivas.

Las expresiones exactas de $P_T(\psi_t)$ y $P_F(\psi_t)$ son:

$$P_T(\psi_t) = \Phi \left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta}_{T,t}(\psi_t) - \mu) \right) + \int_{\underline{\theta}_{T,t}}^{\bar{\theta}_{T,t}} \Phi \left(\sqrt{\gamma}(S_t^*(\psi_t) - \theta) \right) \sqrt{\sigma} \phi \left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu) \right) d\theta \quad (3.35)$$

$$P_F(\psi_t) = \Phi \left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta}_{F,t}(\psi_t) - \mu) \right) + \int_{\underline{\theta}_{F,t}}^{\bar{\theta}_{F,t}} \Phi \left(\sqrt{\gamma}(S_t^*(\psi_t) - \theta) \right) \sqrt{\sigma} \phi \left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu) \right) d\theta \quad (3.36)$$

El primer término de las ecuaciones (3.35) y (3.36) representa la probabilidad de que θ sea menor a $\underline{\theta}$ en los respectivos mundos, en cuyo caso el compromiso cambiario siempre colapsa. El segundo término sintetiza la probabilidad de que el ILOLR no provea la ayuda contingente (es decir, observe una señal inferior a S^*), en un intervalo de realizaciones donde ello ocasionaría que el régimen cambiario colapse.

⁸La simplificación de esta expresión hace uso de la siguiente propiedad: $\Phi(z) = 1 - \Phi(-z)$.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Proposición 3.5. *La probabilidad objetiva de crisis en un mundo turbulento es mayor o igual a la probabilidad objetiva de crisis en un mundo tranquilo; es decir, $P_T(\psi) \leq P_F(\psi)$.*

Prueba. Primero, observe que:

$$\begin{aligned} \int_{\underline{\theta}}^{\bar{\theta}} \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S_t^*(\psi_t) - \theta)\right) \sqrt{\sigma} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu)\right) d\theta &\leq \int_{\underline{\theta}}^{\bar{\theta}} \sqrt{\sigma} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu)\right) d\theta \\ &= \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu)\right) - \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta} - \mu)\right) \end{aligned}$$

Por lo que $P(\psi) \leq \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta}(\psi) - \mu)\right)$. Aclarado esto, dividiremos la prueba en dos casos:

Caso 1: Si $\underline{\theta}_F(\psi) \geq \bar{\theta}_T(\psi)$, entonces

$$P_T(\psi) \leq \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta}_T(\psi) - \mu)\right) \leq \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta}_F(\psi) - \mu)\right) \leq P_F(\psi)$$

Caso 2: Si $\underline{\theta}_F \leq \bar{\theta}_T$, entonces

$$\begin{aligned} P_T(\psi) &\leq \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta}_{F,t}(\psi_t) - \mu)\right) + \int_{\underline{\theta}_{F,t}}^{\bar{\theta}_{T,t}} \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S_t^*(\psi_t) - \theta)\right) \sqrt{\sigma} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu)\right) d\theta \\ &\leq \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\underline{\theta}_{F,t}(\psi_t) - \mu)\right) + \int_{\underline{\theta}_{F,t}}^{\bar{\theta}_{F,t}} \Phi\left(\sqrt{\gamma}(S_t^*(\psi_t) - \theta)\right) \sqrt{\sigma} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\theta - \mu)\right) d\theta \\ &= P_F(\psi) \end{aligned}$$

□

Para conocer qué tan pronunciado está siendo el contagio, definiremos la *severidad del contagio* como $(1 - \psi_{t+1})(1 - \psi_t)$. Esta magnitud ayuda a resumir qué tan alejada está la creencia ψ de 1 y cómo ha sido su dinámica reciente. Así, un número más grande indica un mayor deterioro.

Supondremos, además, que el proceso estocástico $\{C_t\}_{t=1}^N$ es derivado de un mundo tranquilo; es decir:

$$C_t = \begin{cases} 1 & \text{con probabilidad } P_T(\psi_t) \\ 0 & \text{con probabilidad } 1 - P_T(\psi_t) \end{cases} \quad (3.37)$$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Con todo, esta forma de introducir el contagio vincula a las crisis y al contagio con la fragilidad de la confianza en un cierto *régimen*, evitando las explicaciones con múltiples equilibrios donde, por ejemplo, una variable exógena sea la que seleccione el equilibrio resultante y la que determine, en última instancia, si hay o no una crisis y si hay o no contagio. Por el contrario, en la actual propuesta, la estructura de información y la actualización bayesiana (esta última endógena en el modelo) son las que causan los períodos de crisis y contagio. Además, este mecanismo asegura que, siempre y cuando el verdadero mundo sea uno tranquilo, tarde o temprano se terminará el contagio y las crisis se volverán eventos cada vez más *raros*, al tender la creencia ψ a uno (Proposición 3.6).

Proposición 3.6 (Chen y Suen (2016)). $E(\psi_{t+1}|T) > \psi_t$.

Prueba. El valor esperado de la ecuación (3.34), dado que estamos en un mundo tranquilo, es:

$$\begin{aligned} E\left(\frac{1-\psi_{t+1}}{\psi_{t+1}}\middle|T\right) &= P_T(\psi_t) \left(\frac{1-\psi_t}{\psi_t} \frac{P_F(\psi_t)}{P_T(\psi_t)}\right) + (1-P_T(\psi_t)) \left(\frac{1-\psi_t}{\psi_t} \frac{1-P_F(\psi_t)}{1-P_T(\psi_t)}\right) \\ &= \frac{1-\psi_t}{\psi_t} P_F(\psi_t) + \frac{1-\psi_t}{\psi_t} (1-P_F(\psi_t)) \\ &= \frac{1-\psi_t}{\psi_t} \end{aligned}$$

Por tanto:

$$E\left(\frac{1}{\psi_{t+1}}\middle|T\right) = E\left(\frac{1-\psi_{t+1}}{\psi_{t+1}}\middle|T\right) + 1 = \frac{1}{\psi_t}$$

Como $1/\psi$ es estrictamente convexa en ψ , la desigualdad de Jensen asegura que:

$$E\left(\psi_{t+1}\middle|T\right) > \psi_t$$

□

Ahora bien, ¿qué consecuencias tiene que el ILOLR disponga de mayores recursos contingentes para ayudar a estos países? De la Proposición 3.3 se deriva el siguiente efecto: ya que los umbrales decrecen conforme L aumenta, las probabilidades $P_T(\psi_t)$ y $P_F(\psi_t)$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

también lo hacen, por lo que incrementar la ayuda contingente disminuye la probabilidad de crisis en estos países, haciendo aún más raros estos eventos. Los efectos sistémicos se notan con mayor claridad en los siguientes ejemplos numéricos.

3.3. Ejemplos numéricos

En esta sección ilustramos algunas de las propiedades y resultados del modelo propuesto mediante ejemplos en los cuales se asignan valores a los distintos parámetros (Tabla 3.2).

Tabla 3.2.: Valores de los parámetros: crisis gemelas

Parámetro	Símbolo	Valor
Media del fundamental	μ	0
Precisión del fundamental	σ	1
Precisión de la señal de los depositantes	β	4
Precisión de la señal del IOLR	γ	10
Proporción de depósitos en dólares	α	0,5
Ayuda contingente	L	0,5
Nivel de reservas en mundo tranquilo	Γ_T	0,8
Nivel de reservas en mundo turbulento	Γ_F	0,1
Escala del fundamental en sector cambiario	ω	0,4
Beneficio del IOLR	B	100
Costo del IOLR	C	150
Escala de retornos en mundo tranquilo	δ_T	10
Escala de retornos en mundo turbulento	δ_F	0,1
Valor del retiro en el período 1	κ	1

En particular, la función de retornos domésticos será, por simplicidad:

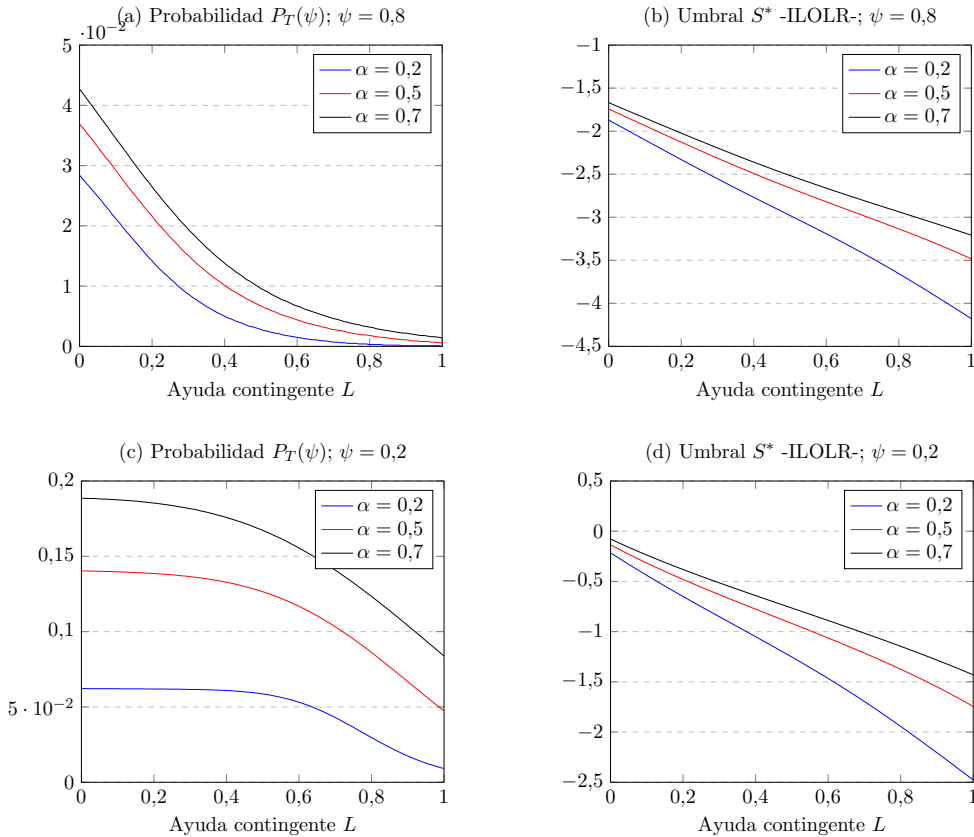
$$R_T(\theta, n) = \delta_T \sqrt{\frac{2\pi}{\sigma + \beta}} \exp(\theta - n) \quad \text{y} \quad R_F(\theta, n) = \delta_F \sqrt{\frac{2\pi}{\sigma + \beta}} \exp(\theta - n)$$

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Esto hace que la ecuación (3.33) sea igual a:

$$\begin{aligned} & \psi_t \left[\int_{\underline{\theta}_{T,t}}^{\bar{\theta}_{T,t}} \delta_T \exp \left(\theta - \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_t^* - \theta) \right) - \frac{(\sigma + \beta)(\theta - \hat{s})^2}{2} \right) \left(1 - \Phi \left(\sqrt{\gamma} (S_t^* - \theta) \right) \right) d\theta \right. \\ & \quad \left. + \int_{\bar{\theta}_{T,t}}^{\infty} \delta_T \exp \left(\theta - \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_t^* - \theta) \right) - \frac{(\sigma + \beta)(\theta - \hat{s})^2}{2} \right) d\theta \right] \\ & + (1 - \psi_t) \left[\int_{\underline{\theta}_{F,t}}^{\bar{\theta}_{F,t}} \delta_F \exp \left(\theta - \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_t^* - \theta) \right) - \frac{(\sigma + \beta)(\theta - \hat{s})^2}{2} \right) \left(1 - \Phi \left(\sqrt{\gamma} (S_t^* - \theta) \right) \right) d\theta \right. \\ & \quad \left. + \int_{\bar{\theta}_{F,t}}^{\infty} \delta_F \exp \left(\theta - \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_t^* - \theta) \right) - \frac{(\sigma + \beta)(\theta - \hat{s})^2}{2} \right) d\theta \right] = \kappa \end{aligned}$$

Figura 3.2.: Ayuda contingente y proporción de depósitos en dólares

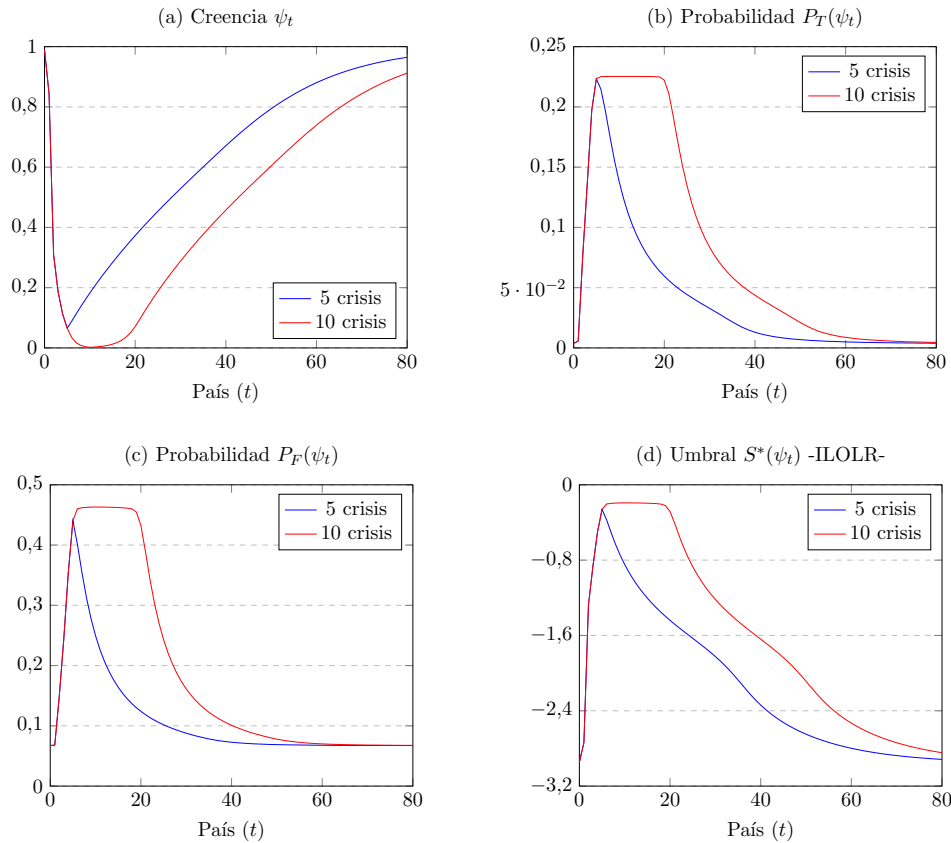


La Figura 3.2 muestra dos tipos de creencias sobre la seguridad del estado del mundo

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

($\psi = 0,8$ y $\psi = 0,2$) y la conjunción de distintos niveles de ayuda contingente y depósitos en dólares. Al igual que en las proposiciones 3.2 y 3.3, la Figura 3.2 evidencia que tanto las probabilidades como el umbral que prescribe la estrategia seguida por el IOLR son decrecientes en L y crecientes en el parámetro α de *descalce cambiario*. Más aún, note que el efecto de los mayores recursos de ayuda externa es mayor en tanto mejor es la percepción de que el verdadero estado del mundo es *tranquilo*.

Figura 3.3.: Dinámicas posteriores a una sucesión de crisis



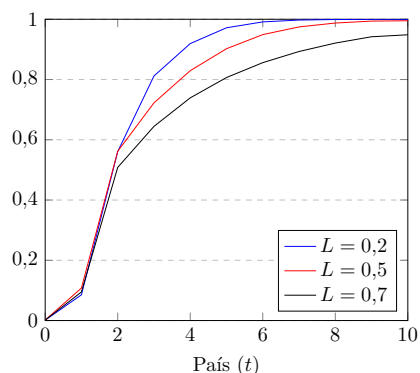
Ahora, veamos la dinámica que se sigue en una secuencia de países. Para ello tomaremos un ψ inicial de 0,99; es decir, ilustraremos un caso donde la creencia original de que el verdadero estado del mundo es uno tranquilo es tal que existe casi total seguridad de que en efecto así lo es. En este estado haremos que ocurran una serie de crisis en fila para observar la dinámica que se sigue en los países subsecuentes en los que se supondrá que no habrá crisis (Figura 3.3). Como es intuitivo, entre más crisis ocurran mayor es

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

el deterioro en las probabilidades P_T y P_F y en la percepción del mundo. Resulta claro además que, con esta configuración, es más difícil recuperar la confianza en el estado del mundo que deteriorarla, ya que basta con pocas crisis para que ψ se reduzca bruscamente, pero se necesita que sucedan buenos resultados de forma reiterada para volver a tener niveles altos en la creencia de un mundo tranquilo.

En tal situación, ¿qué sucede con nuestra medida de la severidad del contagio? y ¿cuál es el efecto de que el ILOLR disponga de mayores recursos? Si bien en la Proposición 3.3 se derivó que las probabilidades de crisis son menores cuando los recursos contingentes son mayores, lo cual implica un efecto positivo al hacer que estos sucesos sean cada vez más raros, aún queda por responder qué sucede si a pesar de la mayor disponibilidad de ayuda externa suceden crisis. La respuesta la ofrece la Figura 3.4, en donde se simulan 10 crisis seguidas con diferentes niveles de ayuda contingente. Allí se puede ver que no sólo los mayores niveles de L ayudan a una menor ocurrencia de crisis sino también hacen que la severidad del contagio sea menos pronunciada cuando ocurren estos eventos⁹.

Figura 3.4.: Severidad del contagio $(1 - \psi_{t+1})(1 - \psi_t)$ en episodios de crisis



Por último, ¿qué sucedería si pudiera haber cambios entre mundos? En el modelo base, supusimos que sólo puede haber un verdadero estado del mundo, que asumimos en particular como *tranquilo*. Al hacerlo se consideró, implícitamente, que los países en la sucesión funcionan de forma similar, a pesar de que sus fundamentales no estaban correlacionados. Para suavizar este supuesto modificaremos la actualización de la creencia mediante un proceso que permite cambios en el estado del mundo al estilo de Chen y Suen (2016, p.

⁹Aunque intuitivo, no se ofrece una formalización de este resultado, lo cual constituye un posible extensión a este trabajo.

3. *Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia*

246). De forma precisa, sea q_T la probabilidad de transición entre mundos *tranquilos* y q_F la probabilidad entre mundos *turbulentos*; la matriz de transición asociada se representa en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3.: Matriz de transición entre mundos

	T en el país $t + 1$	F en el país $t + 1$
T en el país t	q_T	$1 - q_T$
F en el país t	$1 - q_F$	q_F

Con esto, la actualización de la creencia ψ es:

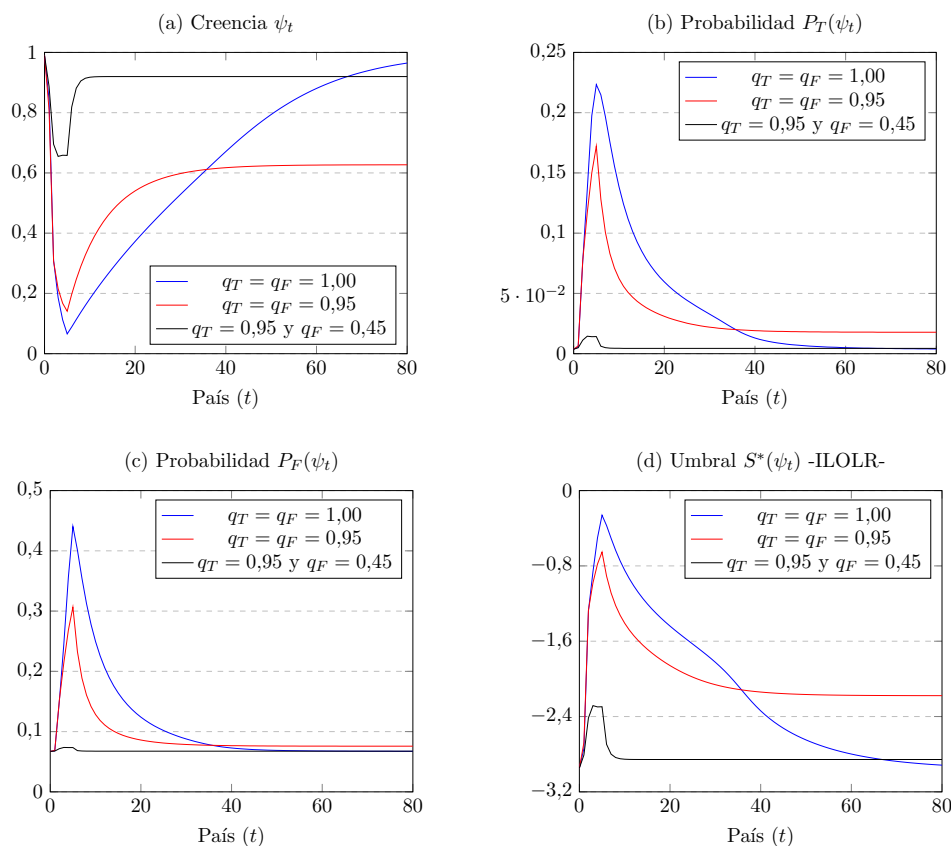
$$\psi_{t+1} = \begin{cases} \frac{\psi_t P_T(\psi_t)}{\psi_t P_T(\psi_t) + (1 - \psi_t) P_F(\psi_t)} q_T + \frac{(1 - \psi_t) P_F(\psi_t)}{\psi_t P_T(\psi_t) + (1 - \psi_t) P_F(\psi_t)} (1 - q_F) & \text{si } C_t = 1 \\ \frac{\psi_t (1 - P_T(\psi_t))}{\psi_t (1 - P_T(\psi_t)) + (1 - \psi_t) (1 - P_F(\psi_t))} q_T + \frac{(1 - \psi_t) (1 - P_F(\psi_t))}{\psi_t (1 - P_T(\psi_t)) + (1 - \psi_t) (1 - P_F(\psi_t))} (1 - q_F) & \text{si } C_t = 0 \end{cases}$$

Repitiendo el mismo ejercicio que en la Figura 3.3, con sólo 5 crisis iniciales y teniendo en cuenta la nueva regla de actualización de ψ obtenemos las dinámicas que se presentan en la Figura 3.5. El caso base, ya analizado, es aquel donde $q_T = q_F = 1$ (ecuación (3.34)). Observe que cuando alteramos sólo un poco las probabilidades de transición ($q_T = q_F = 0,95$) obtenemos que en el largo plazo la creencia ψ tiene un menor nivel, el ILOLR interviene a partir de señales más grandes y el contagio y las crisis son más comunes.

Veamos además un caso, que bien podría denominarse *tranquilo en esencia*, donde la probabilidad de permanecer en un mundo tranquilo dado que estamos en uno tranquilo es alta y la probabilidad de pasar de un mundo turbulento a uno tranquilo es mayor que la de permanecer en un mundo turbulento; es decir, $q_T = 0,95$ y $q_F = 0,45$ en la Figura 3.5. Observe que, con estas probabilidades de transición, la creencia ψ no tiene tantos deterioros, las probabilidades de crisis presentan menores aumentos durante el período de crisis y el ILOLR interviene en un rango mayor de señales. Todo esto indica que, si los agentes conocen que es más probable, en largo plazo, estar en un mundo tranquilo que en uno turbulento, el contagio y las crisis se vuelven eventos aún más raros.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

Figura 3.5.: Dinámicas luego de una serie de crisis: cambios en los estados del mundo



3.4. Observaciones finales

Las crisis asiáticas de finales del siglo XX ocurrieron por tres aspectos, fundamentalmente (M. Goldstein y Hawkins, 1998): i) una rápida y amplia expansión del crédito externo soportada en una supervisión bancaria laxa y en condiciones holgadas de liquidez global, ii) cuentas corrientes con amplios déficits que inicialmente no fueron percibidos como problemáticos al no ser acompañados por déficits fiscales (*doctrina Lawson*), pero que para la segunda parte de la década de los 90's la inversión que ocasionaba los déficits comenzó a verse como menos productiva en tanto se empezó a emplearse en destinos más especulativos como construcción de costosos condominios, campos de golf o plantas sobredimensionadas, a lo que se sumaron unas exportaciones menos dinámicas y las

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

expectativas de un comportamiento menos favorable a largo plazo, y iii) el contagio entre economías percibidas como similares.

En este capítulo se propone un modelo que combina dos de las tres anteriores causas (las fragilidades financieras y el contagio), además de incluir a un prestamista internacional de última instancia. Para esto, se combinaron elementos de tres trabajos: i) las fragilidades financieras en un contexto de crisis gemelas tal como lo expone Takeda (2004), ii) el papel de un prestamista internacional de última instancia inspirado en Corsetti et al. (2006), y iii) el contagio mediante el mecanismo de señalización de Chen y Suen (2016). *Grosso modo*, el modelo es un juego global que comprende vínculos entre los mercados bancario y cambiario, recursos en moneda extranjera, un jugador grande que puede o no proporcionar ayuda, y al cual se adiciona un mecanismo de contagio que hace que la creencia de los agentes sobre el estado del mundo sea tan importante como el mismo fundamental de la economía.

Los resultados obtenidos llaman a reconsiderar varios aspectos. Primero, los efectos positivos de la ayuda que pueda proveer un prestamista internacional de última instancia, tanto en un país individual como en un conjunto de países. Si bien Corsetti et al. (2006) habían resaltado el papel que podría tener un agente de estas características en sucesos de *default*, no habían explorado los efectos sobre otras economías. En particular, el presente modelo muestra que el aumento de la ayuda contingente hace menos probable los sucesos de crisis, sin importar la creencia de los agentes acerca del verdadero estado del mundo, y mitiga el impacto sistémico durante una serie de crisis: la severidad no es tan pronunciado como lo sería con una menor ayuda disponible. Segundo, los descalces cambiarios y la falta de información del ILOLR aumentan la probabilidad de crisis y por esta vía del contagio entre países; es decir, la magnitud de los pasivos en moneda extranjera y la certidumbre externa sobre el verdadero estado de la economía tienen externalidades negativas sobre otros países. Tercero, la percepción de los agentes sobre el verdadero estado del mundo resulta incluso más importante que la misma realización del fundamental: qué tanta garantía existe de permanencia o de transición hacia un mundo tranquilo afecta de forma significativa la resistencia de las economías a las crisis y el contagio, incluso si en algunos casos las realizaciones del fundamental no son buenas¹⁰.

No obstante, aún quedan elementos por analizar, entre ellos: i) el posible riesgo moral

¹⁰Véase el caso de transiciones entre mundos.

3. Las crisis gemelas, el contagio y el rol de un prestamista internacional de última instancia

en el caso de la inclusión de gobiernos y cómo ello impacta a los demás países, dado que la mayor disponibilidad de ayuda externa puede generar incentivos para no implementar reformas costosas aunque adecuadas (véase el Anexo A), y ii) la ayuda contingente se tomó como un parámetro, hacerla endógena resulta necesario en tanto esta podría exhibir distintas dinámicas dependiendo del contagio de crisis: el ILOLR no sólo decidiría sobre la provisión de ayuda sino también sobre su monto.

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

En el anterior capítulo la decisión de abandonar el compromiso cambiario estaba dado por una regla *mecánica* bajo la cual si la presión de los retiros de divisas era superior a la oferta disponible se daba una depreciación. Sin embargo, un Banco Central podría defender la posición de su moneda mediante incrementos de la tasa de interés. Este capítulo investiga, de forma estilizada, las implicaciones de una defensa de este tipo dentro de un marco que permite considerar el contagio. En particular, examinaremos un mundo en el que dos países poseen reglas de juego simétricas y fundamentales posiblemente relacionados, pero cuyas decisiones se toman de forma secuencial: primero en un país y luego en el otro.

Como se vio en el capítulo 2, en un juego global estándar de crisis cambiarias, el pago de un especulador es creciente en la masa de especuladores que atacan la moneda, suponiendo un costo constante de ataque: se presentan *complementariedades estratégicas*. Sin embargo, al incorporar la defensa explícita del Banco Central mediante una tasa de interés, este costo se vuelve variable ya que, a una mayor presión sobre la oferta de divisas, mayor debe ser el aumento de la tasa de interés lo que a su vez implica un costo de oportunidad más elevado para el especulador. Por tanto, si el ataque especulativo es infructuoso, el costo será más elevado entre más especuladores hayan participado; en otras palabras, ante fracasos de los especuladores se presenta *sustituibilidad estratégica* en sus acciones.

Los desarrollos presentados en este capítulo se basan en los trabajos de Daniëls et al. (2011) y Ahnert y Bertsch (2015). A diferencia del modelo presentado en el capítulo anterior, este no busca tener cercanía con algún suceso empírico particular; en contraste, ilustra, de forma general, la inclusión de la *sustituibilidad estratégica* -al menos en ciertas regiones del espacio de estrategias- en un juego global de crisis cambiarias.

4.1. El modelo para un país

Supongamos una economía en la cual se encuentra un grupo de especuladores de masa uno, neutrales al riesgo y con dotaciones individuales iguales a una unidad de moneda doméstica. El Banco Central fija su tasa de cambio mediante una paridad uno a uno ante el dólar y la defenderá mediante movimientos en la tasa de interés, la cual debe ser interpretada como un diferencial de retornos respecto al implícito en el tipo de cambio. Para tomar sus decisiones, el Banco Central considerará los efectos que tiene sobre la presión por divisas de los especuladores y los costos que le acarrea a la economía. La secuencia de eventos es: i) la naturaleza elige un fundamental θ de una distribución normal con media μ y precisión α , ii) sólo el Banco Central observa θ y los especuladores reciben una señal independiente s_i con media θ y precisión β , por último, iii) el Banco Central y los especuladores toman sus decisiones de forma simultánea y reciben sus pagos.

Cada uno de los especuladores tendrán la siguiente función de utilidad *ex-post*:

$$u(A(\theta), \theta) = \begin{cases} -A(\theta) & \text{si } A(\theta) \leq \theta^* \text{ y el especulador ataca} \\ 1 & \text{si } A(\theta) > \theta^* \text{ y el especulador ataca} \\ 0 & \text{si el especulador no ataca} \end{cases} \quad (4.1)$$

donde $A(\theta)$ es la masa de especuladores que atacan la moneda y θ^* es el umbral del fundamental. Note que esta función de utilidad refleja las condiciones de sustituibilidad y complementariedad estratégicas en ciertas regiones del espacio de estrategias (Figura 4.1).

Así, la utilidad esperada neta de un especulador, condicional a su señal privada, en estrategias umbrales es:

$$\begin{aligned} E\left(u(A(\theta), \theta) \mid s_i\right) &= E\left(\mathbf{1}_{[A > \theta^*]} - \mathbf{1}_{[A \leq \theta^*]} \cdot A(\theta) \mid s_i\right) \\ &= \Phi\left(\sqrt{\alpha + \beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta s_i}{\alpha + \beta}\right)\right) - \int_{\theta^*}^{\infty} \underbrace{\text{Prob}(s_j \leq s^* \mid \theta)}_{A(\theta)} f(\theta \mid s_i) d\theta \end{aligned} \quad (4.2)$$

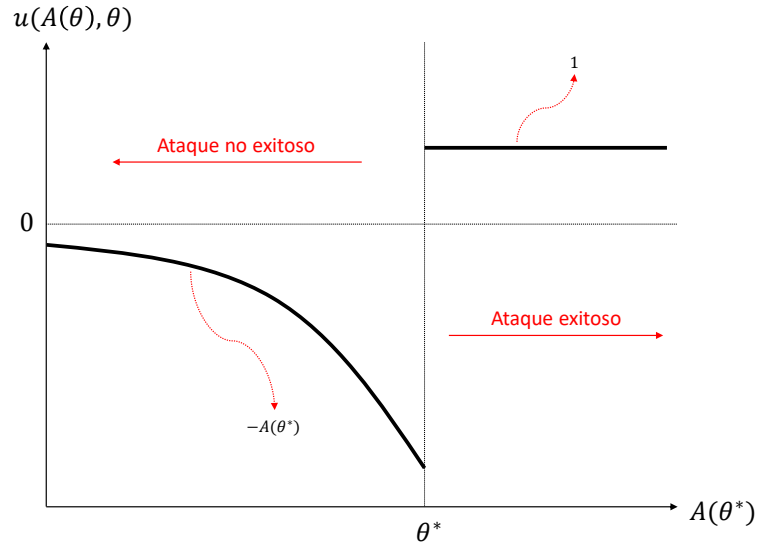
4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

donde

$$Prob(s_i \leq s^* | \theta) = \Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \theta))$$

$$f(\theta | s_i) = \sqrt{\alpha + \beta} \phi\left(\sqrt{\alpha + \beta}\left(\theta - \frac{\alpha\mu + \beta s_i}{\alpha + \beta}\right)\right)$$

Figura 4.1.: Función de pagos *ex-post*



Por otra parte, el Banco Central fija la tasa de interés equilibrando el mercado de divisas siempre y cuando no sobrepase su tolerancia al costo que tiene esta decisión sobre la economía. Más precisamente, el mercado de divisas se encuentra en equilibrio si la demanda, constituida por los especuladores que atacan la moneda, es igual a la oferta, reflejada por otros agentes no especuladores. Se define a la oferta de los agentes no especuladores como:

$$S(r, \theta) = \eta_r r + \eta_\theta \theta, \quad \text{con } \eta_r, \eta_\theta \in (0, 1) \quad (4.3)$$

El mercado de divisas está en equilibrio si y sólo si $S(r, \theta) = A(\theta)$. Por tanto, la tasa de interés de equilibrio $r^*(A(\theta), \theta)$ es:

$$r^*(A(\theta), \theta) = \frac{A(\theta) - \eta_\theta \theta}{\eta_r} \quad (4.4)$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

No obstante, entre más alta es la tasa de interés más contractivo es su efecto¹, por lo que es natural que el Banco Central tenga una cota superior $\bar{r}(\theta)$ para la tasa de interés dado un cierto fundamental. Supondremos que $\bar{r}(\theta) = \bar{\eta}\theta + \bar{\eta}\Gamma$, con $\bar{\eta} > 0$ y $\Gamma > 0$ como las reservas internacionales; es decir, existe un mayor espacio para aumentos de la tasa de interés si la situación de la economía es mejor. Note que esta última tiene un componente estocástico en θ y uno fijo en Γ .

Una tasa de interés inferior a la de equilibrio implica el abandono del compromiso cambiario. Por lo que la decisión del Banco Central se resume en:

$$r = \begin{cases} \frac{A - \eta_\theta \theta}{\eta_r} & \text{si } \frac{A - \eta_\theta \theta}{\eta_r} < \bar{\eta}\theta + \bar{\eta}\Gamma \\ \bar{\eta}\theta + \bar{\eta}\Gamma & \text{si } \frac{A - \eta_\theta \theta}{\eta_r} \geq \bar{\eta}\theta + \bar{\eta}\Gamma \end{cases} \quad (4.5)$$

Ahora, si bien el objetivo de este capítulo reside en el efecto de las tasas de interés sobre los costos de especulación, su modelación es indirecta: la función de utilidad *ex-post* de los especuladores no incorpora explícitamente la tasa de interés. La razón de ello es la facilidad que permite para expresar las condiciones de indiferencia y de masa crítica. No obstante, el efecto de las tasas de interés en los costos de especulación se mantiene, basta con reemplazar la ecuación (4.5) en (4.1) para verificarlo.

Proposición 4.1. *Existe un único equilibrio en estrategias umbrales caracterizado por*

$$\Phi \left(\sqrt{\alpha + \beta} \left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta s^*}{\alpha + \beta} \right) \right) - \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi \left(\sqrt{\beta} (s^* - \theta) \right) f(\theta | s^*) d\theta = 0 \quad (4.6)$$

$$\theta^* = \frac{\eta_r \bar{\eta} \Gamma}{1 - \eta_\theta - \eta_r \bar{\eta}} \quad (4.7)$$

Prueba. Como se ha visto los equilibrios en estrategias umbrales están caracterizados por condiciones de indiferencia y condiciones de masa crítica. En este caso la condición de indiferencia corresponde a la ecuación (4.2) evaluada en el especulador marginal; es decir la ecuación (4.6), mientras que la condición de masa crítica es endógena al modelo y se expresa en $r^*(\theta^*, \theta^*) = \bar{r}(\theta^*)$; es decir, simplificando, la ecuación (4.7).

¹Omitiremos cualquier consideración entre tasas de interés nominales y reales. Por simplicidad, el lector puede considerar un nivel de precios constante e igual a 1.

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

El umbral θ^* es identificable y único. Para la existencia de s^* note que el lado izquierdo de (4.6) es una función continua que toma valores positivos o negativos dependiendo de s , por lo que existe al menos un punto de corte en cero. Para su unicidad es suficiente con garantizar que esta función es estrictamente decreciente en s .

Note que para todo $\varepsilon > 0$ se tiene que:

$$\Phi\left(\sqrt{\alpha+\beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta s}{\alpha + \beta}\right)\right) > \Phi\left(\sqrt{\alpha+\beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta(s + \varepsilon)}{\alpha + \beta}\right)\right)$$

junto con

$$\begin{aligned} \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s - \theta))f(\theta|s)d\theta &< \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s + \varepsilon - \theta))f(\theta|s)d\theta \\ &< \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s + \varepsilon - \theta))f(\theta|s + \varepsilon)d\theta \end{aligned}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} &\Phi\left(\sqrt{\alpha+\beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta s}{\alpha + \beta}\right)\right) - \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s - \theta))f(\theta|s)d\theta \\ &> \Phi\left(\sqrt{\alpha+\beta}\left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta(s + \varepsilon)}{\alpha + \beta}\right)\right) - \int_{\theta^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s + \varepsilon - \theta))f(\theta|s + \varepsilon)d\theta \end{aligned}$$

□

Permitir la inclusión de una tasa de interés endógena enriquece el análisis al considerar que mediante este instrumento los Bancos Centrales pueden endurecer los costos de especulación. Esto no sucede en el modelo estándar (véase sección 2.3.2) donde el costo de especulación se asemeja a un costo de transacción: los especuladores, incluso en presencia de fundamentales muy buenos, podían continuar atacando en masa.

A pesar de la inclusión de una tasa de interés endógena y de *sustituibilidad estratégica*, el modelo continúa presentando un equilibrio único en estrategias umbrales (Proposición 4.1). Además, revela un resultado empírico importante: una mayor tolerancia del Banco Central al nivel de la tasa de interés no implica, en todos los casos, ni ataques especulativos más agresivos (Proposición 4.2) ni tasas de interés de equilibrio más elevadas (Proposición 4.3). Sin embargo, si la presión especulativa resulta ser lo suficientemente

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

alta, la escalada de tasas de interés sí es más pronunciada; en otras palabras, una mayor tolerancia del Banco Central no implica necesariamente tasas de interés más altas, pero sí una reacción más agresiva por parte del Banco Central en los inicios de una crisis.

Proposición 4.2. s^* puede ser creciente o decreciente en $\bar{\eta}$.

Prueba. Derivando la ecuación (4.6) respecto a $\bar{\eta}$:

$$A_1 \left(\frac{\partial \theta^*}{\partial \bar{\eta}} - \frac{\beta}{\alpha + \beta} \frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}} \right) = A_2 \frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}} - A_3 \frac{\partial \theta^*}{\partial \bar{\eta}}$$

donde

$$A_1 = b\sqrt{\alpha + \beta}\phi \left(\sqrt{\alpha + \beta} \left(\theta^* - \frac{\alpha\mu + \beta s^*}{\alpha + \beta} \right) \right) > 0$$

$$A_2 = \int_{\theta^*}^{\infty} \left[\sqrt{\beta}\phi(\sqrt{\beta}(s^* - \theta))f(\theta|s^*) + \beta\Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \theta))g(\theta|s^*) \right] d\theta$$

$$A_3 = \Phi(\sqrt{\beta}(s^* - \theta^*))f(\theta^*|s^*) > 0$$

$$g(\theta|s^*) = \phi' \left(\sqrt{\alpha + \beta} \left(\theta - \frac{\alpha\mu + \beta s^*}{\alpha + \beta} \right) \right)$$

$$\frac{\partial \theta^*}{\partial \bar{\eta}} = \frac{\Gamma\eta_r}{(1 - \eta_\theta - \eta_r\bar{\eta})^2} > 0$$

Simplificando:

$$\frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}} = \frac{\frac{\partial \theta^*}{\partial \bar{\eta}}(A_1 + A_3)}{\frac{\beta}{\alpha + \beta}A_1 + A_2} \quad (4.8)$$

El numerador de (4.8) y A_1 son positivos, por lo que el signo de esta derivada dependerá de A_2 , que a su vez está condicionado al signo de $g(\theta|s^*)$:

$$g(\theta|s^*) = \begin{cases} t > 0 & \text{si } \theta < \frac{\alpha\mu + \beta s^*}{\alpha + \beta} \\ t < 0 & \text{si } \theta > \frac{\alpha\mu + \beta s^*}{\alpha + \beta} \end{cases}$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

Por tanto, s^* puede ser creciente o decreciente en $\bar{\eta}$. Nótese además que A_2 tiende a aumentar en tanto más grande es s^* , por lo que el aumento marginal de $\bar{\eta}$ tenderá a hacer positiva $\frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}}$ entre más grande sea s^* . \square

Proposición 4.3. r^* puede ser creciente o decreciente en $\bar{\eta}$.

Prueba. Derivando la ecuación (4.4) respecto a $\bar{\eta}$:

$$\frac{\partial r^*}{\partial \bar{\eta}} = \frac{\sqrt{\beta}\phi\left(\sqrt{\beta}(s^* - \theta)\right)\frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}}}{\eta_r}$$

Lo que a su vez depende del signo de $\frac{\partial s^*}{\partial \bar{\eta}}$; véase Proposición 4.2. \square

4.2. El mecanismo de contagio

Consideremos ahora un mundo en el cual hay dos economías indexadas por $t \in \{1, 2\}$, cuyo desarrollo se da de forma secuencial. En este caso, los agentes del país 2 podrán tener la posibilidad de conocer cuán relacionado está su país con el país 1, por lo que podrán incorporar esta información para tomar sus decisiones. Para ello supondremos que existe una correlación ρ entre los fundamentales θ_1 y θ_2 dada por:

$$\rho = \begin{cases} \hat{\rho} > 0 & \text{con probabilidad } q \\ 0 & \text{con probabilidad } 1 - q \end{cases} \quad (4.9)$$

Esta forma de introducir el contagio se debe a Ahnert y Bertsch (2015), la cual puede clasificarse dentro de la categoría de reevaluación de fundamentales (*wake-up calls*, véase la sección 2.2).

La secuencia de eventos es la siguiente. En $t = 1$: i) la naturaleza elige un fundamental θ_1 de una distribución normal con media μ y precisión α , ii) sólo el Banco Central observa θ_1 y los especuladores reciben una señal independiente s_{i1} con media θ_1 y precisión β , iii) el Banco Central y los especuladores toman sus decisiones de forma simultánea y

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

reciben sus pagos, y iv) se observa θ_1 ; en $t = 2$: i) la naturaleza genera las realizaciones de ρ y θ_2 , ii) $n \in [0, 1]$ especuladores son informados de la realización de ρ , proporción de conocimiento público, iii) sólo el Banco Central observa θ_2 y los especuladores reciben una señal independiente s_{i2} con media θ_2 y precisión β , iv) el Banco Central y los especuladores toman sus decisiones de forma simultánea y reciben sus pagos.

4.2.1. La solución en el país 2: especuladores informados

En primera instancia, nos ocuparemos del caso con la totalidad de especuladores informados²; es decir $n = 1$. La creencia sobre la distribución de θ_2 dependerá de la realización de ρ , donde la media condicional es $E(\theta_2|\rho, \theta_1) = \rho\theta_1 + (1 - \rho)\mu$ y la varianza condicional $Var(\theta_2|\rho) = \frac{1-\rho^2}{\alpha}$. Por tanto:

$$\text{Si } \rho = 0: \quad \theta_2 \sim \mathcal{N}\left(\mu, \frac{1}{\alpha}\right) \quad (4.10)$$

$$\text{Si } \rho = \hat{\rho}: \quad \theta_2|(\hat{\rho}, \theta_1) \sim \mathcal{N}\left(\hat{\rho}\theta_1 + (1 - \hat{\rho})\mu, \frac{1 - \hat{\rho}^2}{\alpha}\right) \quad (4.11)$$

Proposición 4.4. *Si $n = 1$, el único equilibrio en estrategias umbrales en el país 2, para cada posible realización de ρ , está caracterizado por:*

$$\begin{aligned} \Phi\left(\sqrt{\alpha(\rho) + \beta}\left(\theta_2^* - \frac{\alpha(\rho)\mu(\rho, \theta_1) + \beta s_I^*(\rho)}{\alpha(\rho) + \beta}\right)\right) \\ - \int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi\left(\sqrt{\beta}(s_I^*(\rho) - \theta_2)\right) f(\theta_2|s_I^*(\rho), \rho, \theta_1) d\theta_2 = 0 \end{aligned} \quad (4.12)$$

$$\theta_2^* = \frac{\eta_r \bar{\eta} \Gamma}{1 - \eta_\theta - \eta_r \bar{\eta}} \quad (4.13)$$

²Denotaremos las soluciones del caso de especuladores informados con el subíndice I y del caso de especuladores desinformados con el subíndice U . Omitiremos, por simplicidad, el subíndice de país en las señales ya que el foco de atención es sólo el país 2.

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

donde

$$f(\theta_2 | s_I^*(\rho), \rho, \theta_1) = \sqrt{\alpha(\rho) + \beta} \phi \left(\sqrt{\alpha(\rho) + \beta} \left(\theta_2 - \frac{\alpha(\rho)\mu(\rho, \theta_1) + \beta s_I^*(\rho)}{\alpha(\rho) + \beta} \right) \right)$$

$$\mu(\rho, \theta_1) = \rho\theta_1 + (1 - \rho)\mu$$

$$\alpha(\rho) = \frac{\alpha}{1 - \rho^2}$$

Prueba. Las anteriores condiciones pueden obtenerse mediante un proceso análogo al de la Proposición 4.1. \square

Este caso bien puede denominarse como *contagio clásico*. En este, las malas noticias sobre un país son conocidas por especuladores en otro, teniendo total certidumbre sobre las relaciones que existen entre los fundamentales de ambos países: es un caso donde las decisiones se toman bajo creencias muy bien informadas.

Bajo estas condiciones, si bien el umbral θ_2^* no se modifica con la realización de ρ , debido a que depende de parámetros perfectamente observables por el Banco Central, sí se tiene un efecto sobre s_I^* . De forma precisa, bajo una realización positiva de la correlación ρ , el umbral que determina la señal con la cual los especuladores atacan es decreciente en θ_1 (Proposición 4.5); es decir, habiendo visto los resultados en el país 1, los especuladores del país 2 tenderán a ser más (menos) agresivos si aquellos constituyen malas (buenas) noticias.

Adicionalmente, las tasas de interés de equilibrio tenderán a ser más bajas (altas) entre mejores (peores) noticias se reciban del país 1 (Proposición 4.6). Este es un resultado que refleja las presiones procíclicas derivadas de ataques especulativos a otras monedas con posiciones débiles, incluso si los fundamentales del país 2 son buenos.

Proposición 4.5. Si $\rho = \hat{\rho}$ y $n = 1$, entonces $s_I^*(\hat{\rho})$ es decreciente en θ_1 .

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

Prueba. Note que para todo $\varepsilon > 0$

$$\begin{aligned} \Phi \left(\sqrt{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2}} + \beta \left(\theta_2^* - \frac{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2}(\hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu) + \beta s}{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2} + \beta} \right) \right) \\ > \Phi \left(\sqrt{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2}} + \beta \left(\theta_2^* - \frac{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2}(\hat{\rho}(\theta_1 + \varepsilon) + (1-\hat{\rho})\mu) + \beta s}{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2} + \beta} \right) \right) \end{aligned}$$

y

$$\int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s - \theta_2)) f(\theta_2|s, \hat{\rho}, \theta_1) d\theta_2 < \int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi(\sqrt{\beta}(s - \theta_2)) f(\theta_2|s, \hat{\rho}, \theta_1 + \varepsilon) d\theta_2$$

Por lo que el lado izquierdo de la ecuación (4.12) toma valores más grandes con θ_1 que con $\theta_1 + \varepsilon$. Como el lado izquierdo de (4.12) es una función decreciente en s , entonces $s_I^*(\hat{\rho})$ es decreciente en θ_1 . \square

Proposición 4.6. Si $\rho = \hat{\rho}$ y $n = 1$, entonces r^* es decreciente en θ_1 .

Prueba. Este resultado se sigue de un proceso análogo al de la Proposición 4.3. \square

4.2.2. La solución en el país 2: especuladores desinformados

Especuladores desinformados no conocen la realización de ρ . Sin embargo, pueden usar la realización θ_1 y su señal privada s_{2i} para actualizar su creencia acerca de esta correlación. Sea $(1 - \Lambda) \equiv \text{Prob}(\rho = 0|s_i, \theta_1)$, por la regla de Bayes:

$$(1 - \Lambda) = \frac{(1 - q)\text{Prob}(s_i|\theta_1, \rho = 0)}{(1 - q)\text{Prob}(s_i|\theta_1, \rho = 0) + q\text{Prob}(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})} \quad (4.14)$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

donde³:

$$\begin{aligned}
 Prob(s_i|\theta_1, \rho = 0) &= \frac{1}{\sqrt{Var(s_i|\theta_1, \rho = 0)}} \phi \left(\frac{s_i - E(s_i|\theta_1, \rho = 0)}{\sqrt{Var(s_i|\theta_1, \rho = 0)}} \right) \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}} \phi \left(\frac{s_i - \mu}{\sqrt{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}} \right) \\
 Prob(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho}) &= \frac{1}{\sqrt{Var(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})}} \phi \left(\frac{s_i - E(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})}{\sqrt{Var(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})}} \right) \\
 &= \frac{1}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}} \phi \left(\frac{s_i - (\hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu)}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}} \right)
 \end{aligned}$$

Proposición 4.7. *Se tiene las siguientes derivadas:*

$$\frac{\partial Prob(\rho = 0|s_i, \theta_1)}{\partial \theta_1} = \begin{cases} t > 0 & si \ s_i < \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t = 0 & si \ s_i = \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t < 0 & si \ s_i > \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \end{cases} \quad (4.15)$$

$$\frac{\partial Prob(\rho = 0|s_i, \theta_1)}{\partial s_i} = \begin{cases} t > 0 & si \ s_i > (\hat{\rho}^2\theta_1 + (1-\hat{\rho}^2)\mu) \left(\frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) \\ t < 0 & si \ s_i < (\hat{\rho}^2\theta_1 + (1-\hat{\rho}^2)\mu) \left(\frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) \\ t = 0 & si \ s_i = (\hat{\rho}^2\theta_1 + (1-\hat{\rho}^2)\mu) \left(\frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha+\beta}{\hat{\rho}^2\beta} \right) \end{cases} \quad (4.16)$$

Prueba. Veamos cada una de las ecuaciones anteriores.

³Véase Ahnert y Bertsch (2015, p. 35)

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

Ecuación (4.15): Note que $\frac{\partial Prob(s_i|\theta_1, \rho=0)}{\partial \theta_1} = 0$ y

$$\begin{aligned} \frac{\partial Prob(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})}{\partial \theta_1} &= \frac{-\hat{\rho}}{\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}} \phi' \left(\frac{s_i - (\hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu)}{\sqrt{\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}} \right) \\ &= \begin{cases} t > 0 & \text{si } s_i > \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t = 0 & \text{si } s_i = \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t < 0 & \text{si } s_i < \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \end{cases} \end{aligned}$$

Por tanto,

$$\begin{aligned} \frac{\partial Prob(\rho = 0|s_i, \theta_1)}{\partial \theta_1} &= - \frac{(1-q)q \left(Prob(s_i|\theta_1, \rho = 0) \frac{\partial Prob(s_i|\theta_1, \rho=\hat{\rho})}{\partial \theta_1} \right)}{[(1-q)Prob(s_i|\theta_1, \rho = 0) + qProb(s_i|\theta_1, \rho = \hat{\rho})]^2} \\ &= \begin{cases} t > 0 & \text{si } s_i < \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t = 0 & \text{si } s_i = \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \\ t < 0 & \text{si } s_i > \hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu \end{cases} \end{aligned}$$

Ecuación (4.16): Simplificando:

$$\begin{aligned} Prob(\rho = 0|s_i, \theta_1) &= \frac{(1-q) \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2}}{(1-q) \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} + q \left(\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} \exp \left(\frac{(s_i-\mu)^2}{2 \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} - \frac{(s_i-\hat{\rho}^2\theta_1 - (1-\hat{\rho}^2)\mu)^2}{2 \left(\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} \right)} \end{aligned}$$

Derivando:

$$\begin{aligned} \frac{Prob(\rho = 0|s_i, \theta_1)}{\partial s_i} &= \frac{B_1 \exp \left(\frac{(s_i-\mu)^2}{2 \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} - \frac{(s_i-\hat{\rho}^2\theta_1 - (1-\hat{\rho}^2)\mu)^2}{2 \left(\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} \right) \left(\frac{s_i-\hat{\rho}^2\theta_1 - (1-\hat{\rho}^2)\mu}{\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}} - \frac{s_i-\mu}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}} \right)}{\left[(1-q) \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} + q \left(\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} \exp \left(\frac{(s_i-\mu)^2}{2 \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} - \frac{(s_i-\hat{\rho}^2\theta_1 - (1-\hat{\rho}^2)\mu)^2}{2 \left(\frac{1-\hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)} \right) \right]^2} \end{aligned}$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

donde

$$B_1 = (1 - q) \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} q \left(\frac{1 - \hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right)^{-1/2} > 0$$

La anterior derivada es positiva si y sólo si:

$$\frac{s_i - \hat{\rho}^2 \theta_1 - (1 - \hat{\rho}^2) \mu}{\frac{1 - \hat{\rho}^2}{\alpha} + \frac{1}{\beta}} > \frac{s_i - \mu}{\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta}}$$

si y sólo si:

$$s_i > \left(\hat{\rho}^2 \theta_1 + (1 - \hat{\rho}^2) \mu \right) \left(\frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right)$$

Por tanto,

$$\frac{\partial \text{Prob}(\rho = 0 | s_i, \theta_1)}{\partial s_i} = \begin{cases} t > 0 & \text{si } s_i > \left(\hat{\rho}^2 \theta_1 + (1 - \hat{\rho}^2) \mu \right) \left(\frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) \\ t < 0 & \text{si } s_i < \left(\hat{\rho}^2 \theta_1 + (1 - \hat{\rho}^2) \mu \right) \left(\frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) \\ t = 0 & \text{si } s_i = \left(\hat{\rho}^2 \theta_1 + (1 - \hat{\rho}^2) \mu \right) \left(\frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) + \mu \left(1 - \frac{\alpha + \beta}{\hat{\rho}^2 \beta} \right) \end{cases}$$

□

Así, la actualización bayesiana lleva a:

$$\theta_2 | (s_i, \theta_1) = (1 - \Lambda) (\theta_2 | s_i, \rho = 0) + \Lambda (\theta_2 | s_i, \rho = \hat{\rho})$$

donde:

$$\theta_2 | (s_{2i}, \rho = 0) \sim \mathcal{N} \left(\frac{\alpha \mu + \beta s_{2i}}{\alpha + \beta}, \frac{1}{\alpha + \beta} \right)$$

$$\theta_2 | (s_{2i}, \rho = \hat{\rho}) \sim \mathcal{N} \left(\frac{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} (\hat{\rho} \theta_1 + (1 - \hat{\rho}) \mu) + \beta s_{2i}}{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} + \beta}, \frac{1}{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} + \beta} \right)$$

Proposición 4.8. *Si $n = 0$, existe un único equilibrio en estrategias umbrales en el país 2 caracterizado por:*

$$\Lambda \cdot E_{s_U^*, \rho = \hat{\rho}} + (1 - \Lambda) \cdot E_{s_U^*, \rho = 0} = 0 \quad (4.17)$$

$$\theta_2^* = \frac{\eta_r \bar{\eta} \Gamma}{1 - \eta_\theta - \eta_r \bar{\eta}} \quad (4.18)$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

donde

$$\begin{aligned}
 E_{s_U^*, \rho = \hat{\rho}} &= \Phi \left(\sqrt{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2}} + \beta \left(\theta_2^* - \frac{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} (\hat{\rho} \theta_1 + (1 - \hat{\rho}) \mu) + \beta s_U^*}{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} + \beta} \right) \right) \\
 &\quad - \int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_U^* - \theta_2) \right) f(\theta_2 | s_U^*, \rho = \hat{\rho}, \theta_1) d\theta_2 \ , \\
 E_{s_U^*, \rho = 0} &= \Phi \left(\sqrt{\alpha + \beta} \left(\theta_2^* - \frac{\alpha \mu + \beta s_U^*}{\alpha + \beta} \right) \right) \\
 &\quad - \int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi \left(\sqrt{\beta} (s_U^* - \theta_2) \right) f(\theta_2 | s_U^*, \rho = 0, \theta_1) d\theta_2
 \end{aligned}$$

Prueba. A diferencia del caso de especuladores informados, en este ellos no pueden diferenciar con claridad la correlación entre fundamentales. Sin embargo, pueden usar su señal privada para actualizar sus creencias. En este sentido una vez recibida su señal y conociendo la realización de θ_1 su utilidad esperada corresponderá a una combinación convexa entre las utilidades esperadas del caso informado con $\rho = 0$ y $\rho = \hat{\rho}$, teniendo como ponderador a la probabilidad Λ . Así, la señal umbral s_U^* , que no depende de la realización de ρ , está caracterizada mediante la evaluación de esta combinación convexa en el caso del especulador marginal; es decir, la ecuación (4.17). Por otro lado, los parámetros que determinan la tolerancia del Banco Central a aumentos en la tasa de interés seguirán siendo conocidos por este, por lo que la expresión del umbral θ_2^* no cambia; es decir, la ecuación (4.18).

Note que la ecuación (4.17) es una combinación convexa de dos funciones continuas y decrecientes que tienen un punto de corte en cero, por tanto existe al menos un equilibrio en estrategias umbrales. Para ver su unicidad observe que el lado izquierdo de (4.17), para un s arbitrario, puede escribirse como:

$$\begin{aligned}
 &\Lambda \cdot E_{s, \rho = \hat{\rho}} + (1 - \Lambda) \cdot E_{s, \rho = 0} \\
 &= \int_{-\infty}^{\theta_2^*} \left[\Lambda f(\theta_2 | s, \rho = \hat{\rho}, \theta_1) + (1 - \Lambda) f(\theta_2 | s, \rho = 0, \theta_1) \right] d\theta_2 \\
 &\quad - \int_{\theta_2^*}^{\infty} \Phi \left(\sqrt{\beta} (s - \theta_2) \right) \left[\Lambda f(\theta_2 | s, \rho = \hat{\rho}, \theta_1) + (1 - \Lambda) f(\theta_2 | s, \rho = 0, \theta_1) \right] d\theta_2
 \end{aligned} \tag{4.19}$$

donde $\Lambda f(\theta_2 | s, \rho = \hat{\rho}, \theta_1) + (1 - \Lambda) f(\theta_2 | s, \rho = 0, \theta_1)$ es una función positiva acampanada

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

(unimodal o bimodal). Por un argumento similar al de la Proposición 4.1, puede obtenerse que la ecuación (4.19) es estrictamente decreciente en s ; es decir, s_u^* es único. \square

La introducción de especuladores desinformados cambia los efectos del contagio, ya que no conocer ρ con exactitud hace que se invalide (Proposición 4.9 y 4.10) la siguiente afirmación: *siempre que se reciban malas noticias del país 1 y la realización de la corrección sea positiva, los especuladores serán más agresivos y las tasas de interés tendrán niveles más altos*. Intuitivamente, la ignorancia puede llegar a tener efectos positivos en la economía si se logra garantizar que a pesar de las malas noticias del país 1, las señales que reciben los especuladores son lo bastante buenas: el efecto contagio se anula y las presiones procíclicas de ataques especulativo a monedas con posiciones débiles se moderan.

Proposición 4.9. *Si $n = 0$, entonces s_{U2}^* puede ser creciente o decreciente en θ_1 .*

Prueba. Derivando el lado izquierdo de (4.17) respecto a θ_1 , dado un s arbitrario:

$$\underbrace{\frac{\partial \Lambda}{\partial \theta_1} (E_{s,\rho=\hat{\rho}} - E_{s,\rho=0})}_{+/-} + \underbrace{\Lambda \frac{\partial E_{s,\rho=\hat{\rho}}}{\partial \theta_1}}_{-}$$

Por tanto, la función de s definida por el lado izquierdo de (4.17) puede ser creciente o decreciente en θ_1 , lo que hace que sus puntos críticos s^* también puedan ser crecientes o decrecientes en este parámetro. \square

Proposición 4.10. *Si $n = 0$, entonces r^* puede ser creciente o decreciente en θ_1 .*

Prueba. Este resultado se sigue de un proceso análogo al de la Proposición 4.3. \square

Así, en situaciones de desinformación y lo suficientemente adversas, la transparencia no siempre es buena.

4.2.3. La solución en el país 2: el caso mixto

Ahora, permitiremos la inclusión de especuladores asimétricamente informados, donde una fracción n conocerá la realización exacta de ρ , pero su complemento no. La caracterización del equilibrio en estrategias umbrales es una combinación de las Proposiciones 4.4 y 4.8: los especuladores desinformados actúan de acuerdo a una sola señal umbral (ecuación (4.19)), independiente de la realización de ρ , y los especuladores informados actuarán de acuerdo a una señal umbral sujeta a la realización de ρ (ecuación (4.20) o (4.21)). El umbral para el fundamental no se modifica en la medida que estos parámetros continúan siendo perfectamente observados por el Banco Central. Así, las ecuaciones que caracterizan el equilibrio del caso mixto son:

$$\begin{aligned} \Lambda \cdot E_U \left(s_U^*(n), s_I^*(\rho = \hat{\rho}, n), \rho = \hat{\rho}, n \right) \\ + (1 - \Lambda) \cdot E_U \left(s_U^*(n), s_I^*(\rho = 0, n), \rho = 0, n \right) = 0 \end{aligned} \quad (4.20)$$

$$\text{Si } \rho = \hat{\rho}, \quad E_I \left(s_I^*(\rho = \hat{\rho}, n), s_U^*(n), \rho = \hat{\rho}, n \right) = 0 \quad (4.21)$$

$$\text{Si } \rho = 0, \quad E_I \left(s_I^*(\rho = 0, n), s_U^*(n), \rho = 0, n \right) = 0 \quad (4.22)$$

$$\theta_2^* = \frac{\eta_r \bar{\eta} \Gamma}{1 - \eta_\theta - \eta_r \bar{\eta}} \quad (4.23)$$

donde

$$\begin{aligned} E_U \left(s_U^*(n), s_I^*(\hat{\rho}, n), \hat{\rho}, n \right) = \Phi \left(\sqrt{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2}} + \beta \left(\theta_2^* - \frac{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} (\hat{\rho} \theta_1 + (1 - \hat{\rho}) \mu) + \beta s_U^*(n)}{\frac{\alpha}{1 - \hat{\rho}^2} + \beta} \right) \right) \\ - \int_{\theta_2^*}^{\infty} A \left(\theta_2, s_U^*(n), s_I^*(\hat{\rho}, n), n \right) f(\theta_2 | s_U^*(n), \rho = \hat{\rho}, \theta_1) d\theta_2, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_U \left(s_U^*(n), s_I^*(0, n), 0, n \right) = \Phi \left(\sqrt{\alpha + \beta} \left(\theta_2^* - \frac{\alpha \mu + \beta s_U^*(n)}{\alpha + \beta} \right) \right) \\ - \int_{\theta_2^*}^{\infty} A \left(\theta_2, s_U^*(n), s_I^*(0, n), n \right) f(\theta_2 | s_U^*(n), \rho = 0, \theta_1) d\theta_2, \end{aligned}$$

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

$$E_I\left(s_I^*(\hat{\rho}, n), s_U^*(n), \hat{\rho}, n\right) = \Phi\left(\sqrt{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2} + \beta}\left(\theta_2^* - \frac{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2}(\hat{\rho}\theta_1 + (1-\hat{\rho})\mu) + \beta s_I^*(\hat{\rho}, n)}{\frac{\alpha}{1-\hat{\rho}^2} + \beta}\right)\right) \\ - \int_{\theta_2^*}^{\infty} A\left(\theta_2, s_U^*(n), s_I^*(\hat{\rho}, n), n\right) f(\theta_2 | s_I^*(\hat{\rho}, n), \rho = \hat{\rho}, \theta_1) d\theta_2 \ ,$$

$$E_I\left(s_I^*(0, n), s_U^*(n), 0, n\right) = \Phi\left(\sqrt{\alpha + \beta}\left(\theta_2^* - \frac{\alpha\mu + \beta s_I^*(0, n)}{\alpha + \beta}\right)\right) \\ - \int_{\theta_2^*}^{\infty} A\left(\theta_2, s_U^*(n), s_I^*(0, n), n\right) f(\theta_2 | s_I^*(0, n), \rho = 0, \theta_1) d\theta_2 \ ,$$

$$A\left(\theta_2, s_U^*(n), s_I^*(\rho, n), n\right) = n\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_I^*(\rho, n) - \theta_2)\right) + (1-n)\Phi\left(\sqrt{\beta}(s_U^*(n) - \theta_2)\right)$$

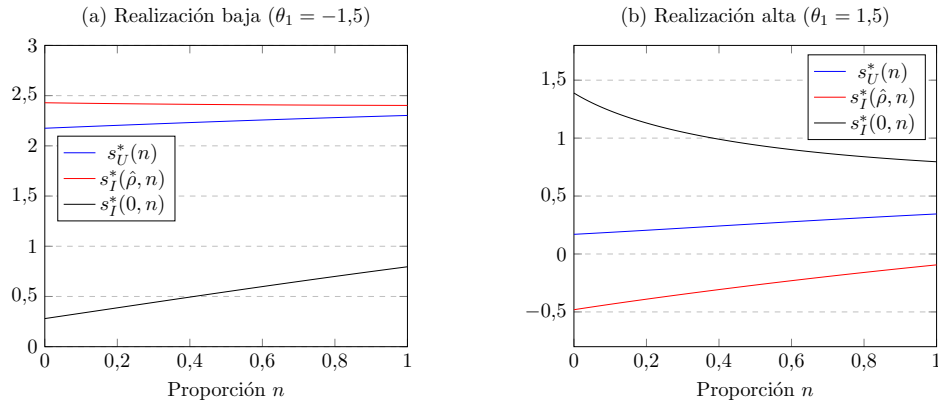
La intuición de las anteriores ecuaciones radica en que teniendo dos tipos de especuladores debemos considerar que el ataque agregado dependerá de las masas y señales de cada uno de los grupos, en consecuencia la expresión para $A(\cdot)$ considera estos elementos.

Tabla 4.1.: Valores de los parámetros: especuladores con información asimétrica

Parámetro	Símbolo	Valor
Media del fundamental	μ	0
Precisión del fundamental	α	1
Precisión de la señal de los especuladores	β	1
Sensibilidad de la oferta de dólares a la tasa de interés	η_r	0,5
Sensibilidad de la oferta de dólares al fundamental	η_θ	0,5
Nivel de reservas	Γ	0,1
Parámetro de tolerancia del Banco Central	$\bar{\eta}$	0,5
Correlación positiva entre fundamentales	$\hat{\rho}$	0,7
Probabilidad de una correlación positiva	q	0,8

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

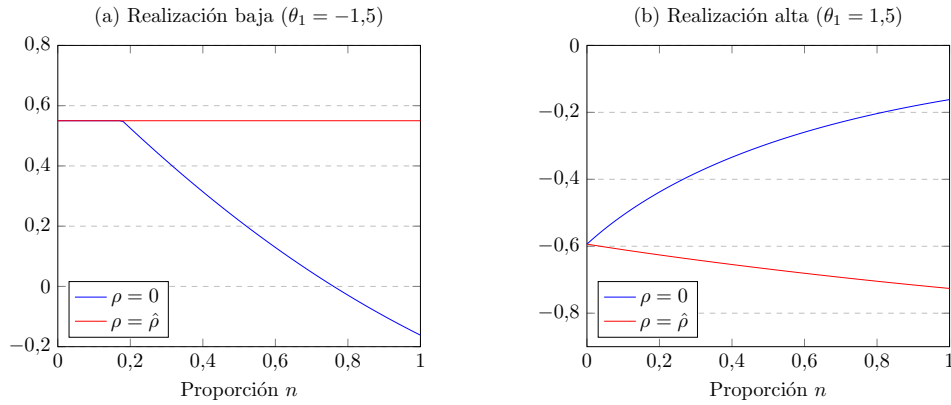
Figura 4.2.: Señales umbrales y proporción de especuladores informados



Cómo cambian los umbrales de los agentes y las tasas de interés de equilibrio cuando se presentan especuladores informados y desinformados son preguntas que, sin embargo, no pueden ser resueltas fácilmente de forma analítica mediante estática comparativa a partir del teorema de la función implícita, como lo hemos realizado anteriormente. No obstante, las Figuras 4.2 y 4.3 muestran un ejemplo numérico, cuyos parámetros se especifican en la Tabla 4.1, el cual ayuda a comprender mejor las dinámicas resultantes. Como es de esperar la agresividad de los especuladores es proporcional tanto a la información de la que disponen como a la masa de especuladores informados, lo que a su vez redundará en tasas de interés más altas o bajas dependiendo de la realización del fundamental en el país 1. Con esto, las consecuencias de la información en presencia de presiones especulativas dependen en gran medida de los resultados previos en países similares. Si las noticias son buenas y la relación es positiva más vale tener especuladores informados de ello y si la relación es nula más vale enfrentarse a especuladores desinformados ya que puede haber más ataques especulativos si los especuladores están informados de que la relación es nula, aunque reciban buenas noticias del país 1, que si no conocen la correlación exacta. Si las noticias son malas la desinformación puede llevar a que los especuladores sean menos agresivos y las tasas de interés más bajas, aunque ello no implica *per se* la ausencia de presiones sobre el tipo de cambio.

4. Crisis cambiarias, contagio y tasas de interés

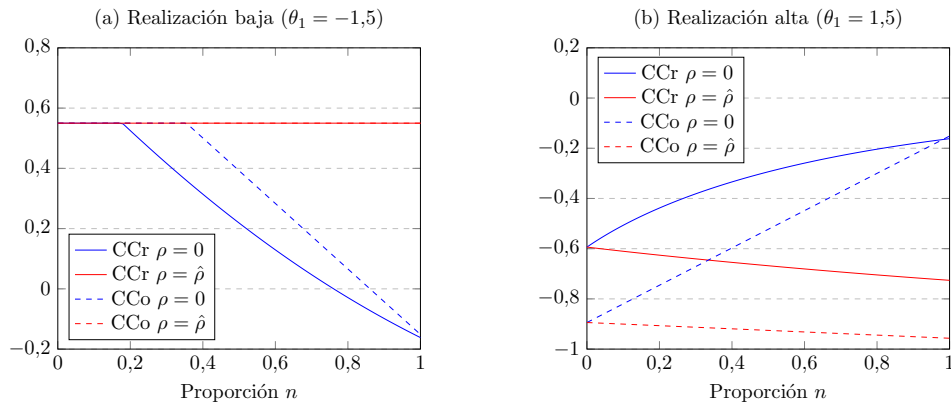
Figura 4.3.: Tasas de interés efectivas



Nota: Para la simulación se utilizó $\theta_2 = 1$. Esto, sin pérdida de generalidad.

Ahora bien, cómo se comparan estas dinámicas con el caso en que no existen costos de especulación crecientes, sino un costo de transacción constante. La Figura 4.4 lo presenta: cuando las noticias son malas y los costos crecientes la presión cambiaria disminuye conforme aumenta la proporción de agentes informados, y cuando las noticias son buenas y la correlación nula, las tasas de interés tienden a aumentar más rápido en el caso de costos constantes que en el de costos crecientes. Así, la *sustituibilidad estratégica* ayuda a moderar los efectos nocivos de las presiones especulativas derivadas del contagio.

Figura 4.4.: Tasas de interés efectivas en presencia de costos crecientes y costos constantes



Notas: a) Se utilizó un costo constante igual a 0,5.

b) CCr: Costo creciente; CCo: costo constante.

4.3. Observaciones finales

En caso de un ataque especulativo contra una moneda, las autoridades pueden tomar acciones defensivas encaminadas a aumentar los costos en los que incurren los especuladores al tomar esta posición. El modelo propuesto incorpora esta idea: hace endógena la decisión de tasas de interés, que asociamos a un diferencial de rendimientos, y utiliza funciones de pagos no monótonas en la masa de especuladores atacantes, lo que implica regiones de *complementariedad y sustituibilidad* estratégica. En tal escenario se incorporó el contagio mediante un parámetro sobre el cual se puede tener o no información y que determina el grado de relación que existe entre los fundamentales de dos países, llegando a probar que existe un único equilibrio en estrategias umbrales en los casos considerados.

Los resultados obtenidos llaman a reconsiderar varios aspectos. Primero, la existencia de un Banco Central más tolerante a mayores niveles de tasas de interés no lleva, necesariamente, a tasas de interés más altas, pero sí a aumentos más pronunciados en los inicios de un ataque especulativo. Este es un argumento que se expone, de forma general, en Daniëls et al. (2011), quienes debaten la efectividad de la intervención directa en el mercado cambiario al no implicar costos crecientes para los especuladores; ello sin llegar a introducir las posibles consecuencias sobre el bienestar de las distintas alternativas. Segundo, los efectos negativos de la transmisión de choques entre países (*contagio*) pueden verse agravados si los agentes poseen un mayor nivel de información: la agresividad de los especuladores podría llegar a aumentar y las tasas de interés tenderían a ser más altas, lo que llama a incorporar en los análisis las consecuencias sistémicas de la cantidad y calidad de información que tienen los agentes sobre la economía. El estudio de qué motiva a los agentes a tener más o menos información en este modelo es una posible extensión por seguir.

5. Conclusiones

Este documento ofrece dos modelos teóricos que comprenden distintas dimensiones de dos tipos de crisis financieras: algunos de sus mecanismos, su contagio y, en particular, el papel que cumplen las creencias y la información de los agentes en estas dinámicas. En ambos casos se acudió a trabajos previos para poder combinar distintas características en un marco común. Así, sin los trabajos de Takeda (2004), Corsetti et al. (2006) y Chen y Suen (2016) no podríamos haber llegado a las conclusiones del capítulo 3 y sin Daniëls et al. (2011) y Ahnert y Bertsch (2015) a las del capítulo 4.

En síntesis. En el capítulo 3 nos ocupamos de algunos aspectos presentes en las crisis asiáticas de finales del siglo XX, como lo fueron las fragilidades financieras derivadas de la retroalimentación entre problemas bancarios y cambiarios, y el contagio entre economías. *Grosso modo*, el modelo propuesto es un juego global que comprende vínculos entre los mercados bancario y cambiario, recursos en moneda extranjera, un jugador grande que puede o no proporcionar ayuda externa -un *prestamista internacional de última instancia* (IOLR)- y un mecanismo de contagio construido sobre las creencias de los agentes. Entre los resultados derivados se resaltan: i) los efectos individuales y grupales positivos de una mayor disposición de ayuda externa, ii) los descalces cambiarios y la falta de información para con un IOLR aumentan la probabilidad de crisis y contagio, lo que llama la atención sobre las externalidades negativas entre países y la necesidad de comprender los efectos sobre otras naciones de las decisiones de países individuales, y iii) la percepción de los agentes sobre el verdadero estado del mundo puede llegar a ser más importante que la misma realización del fundamental. No obstante, el posible riesgo moral en el caso de la inclusión de gobiernos y las posibles reglas de decisión sobre el monto de ayuda del IOLR son dos elementos que requieren un análisis más detallado.

Ante un ataque especulativo contra su moneda, las autoridades también pueden tomar acciones defensivas encaminadas a aumentar los costos en los que incurren los especuladores al tomar esta posición. El capítulo 4 incorpora esta idea. En el capítulo 3 los bancos

5. Conclusiones

centrales se limitaban a seguir una regla de acción particularmente simple: mantener el compromiso cambiario si y sólo si el nivel de activos externos es suficiente para responder a la demanda de estos. El capítulo 4 enriquece esta regla al incorporar la decisión de fijación de una tasa de interés. Para lograr ello se acude a suavizar uno de los supuestos de los juegos globales (*la complementariedad estratégica*) en un marco que incluye un compromiso cambiario, relaciones entre países y agentes asimétricamente informados. Los resultados incluyen: i) la existencia y unicidad del equilibrio en estrategias umbrales, y ii) una mayor cantidad de información para agentes especuladores no siempre es bueno ya que podría llegar a aumentar su agresividad y, por esta vía, requerirse de mayores tasas de interés; la discusión sobre la idoneidad de la transparencia en todo tiempo y lugar está abierta. Los elementos que determinan, en este contexto, la elección entre informarse o no y las consecuencias de la inclusión de distintos grados de precisión en la información -que sinteticen su calidad- son posibles extensiones de este trabajo.

Bibliografía

- Aghion, P., Bacchetta, P. y Banerjee, A. (2001). “Currency Crises and Monetary Policy in an Economy with Credit Constraints”. En: *European Economic Review* 45.7, págs. 1121-1150.
- (2004). “A corporate balance-sheet approach to currency crises”. En: *Journal of Economic Theory* 119.1, págs. 6-30.
- Ahnert, T. y Bertsch, C. (2015). “A wake-up-call theory of contagion”. En: *Bank of Canada Working Paper* 2015-14.
- Allen, F. y Gale, D. (2007). *Understanding financial crises*. Oxford University Press.
- Alonso, M. A. (2005). “Crisis gemelas: ¿una nueva generación de modelos de crisis monetarias y financieras o una simple extensión de las generaciones y modelos precedentes?” En: *Análisis Económico* 20.43, págs. 5-45.
- Angeletos, G.-M. y Lian, C. (2016). “Incomplete Information in Macroeconomics: Accommodating Frictions in Coordination”. En: *Handbook of Macroeconomics*. Ed. por J. B. Taylor y H. Uhlig. Amsterdam: North-Holland. Cap. 14, págs. 1065-1240.
- Bernanke, B. S. (1983). “Nonmonetary Effects of the Financial Crisis in the Propagation of the Great Depression”. En: *The American Economic Review* 73.3, págs. 257-276.
- Bértola, L. y Ocampo, J. A. (2013). *El desarrollo económico de América Latina desde la independencia*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Bräuning, F. e Ivashina, V. (2020). “U.S. monetary policy and emerging market credit cycles”. En: *Journal of monetary economics* 112, págs. 57-76.
- Caprio, G. y Klingebiel, D. (1996). “Bank insolvencies: cross-country experiences”. En: *World Bank Policy Research Paper* 1620.
- Chang, R. y Velasco, A. (2000a). “Banks, debt maturity and financial crises”. En: *Journal of International Economics* 51.1, págs. 169-194.
- (2000b). “Financial Fragility and the Exchange Rate Regime”. En: *Journal of Economic Theory* 92.1, págs. 1-34.

Bibliografía

- Chang, R. y Velasco, A. (2001). "A Model of Financial Crises in Emerging Markets". En: *Quarterly Journal of Economics* 116.2, págs. 489-517.
- Chen, H. y Suen, W. (2016). "Falling Dominoes: A Theory of Rare Events and Crisis Contagion". En: *American Economic Journal: Microeconomics* 8.1, págs. 228-255.
- Claessens, S., Dornbusch, R. y Park, Y. C. (2001). "Contagion: Why Crises Spread and How This Can Be Stopped". En: *International Financial Contagion*. Ed. por S. Claessens y K. J. Forbes. New York: Springer. Cap. 2, págs. 19-41.
- Corsetti, G., Guimarães, B. y Roubini, N. (2006). "International lending of last resort and moral hazard: A model of IMF's catalytic finance". En: *Journal of Monetary Economics* 53.3, págs. 441-471.
- Corsetti, G., Pesenti, P. y Roubini, N. (1999). "Paper Tigers? A Model of the Asian Crisis". En: *European Economic Review* 4.7, págs. 1211-1236.
- Corsetti, G. et al. (2004). "Does One Soros Make a Difference? A Theory of Currency Crises with Large and Small Traders". En: *The Review of Economic Studies* 71.1, págs. 87-113.
- Daniëls, T. R., Jager, H. y Klaassen, F. (2011). "Currency crises with the threat of an interest rate defence". En: *Journal of International Economics* 85.1, págs. 14-24.
- Demirgüç-Kunt, A. y Detragiache, E. (1998). "The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries". En: *Staff Papers IMF* 450.1, págs. 81-109.
- Diamond, D. W. y Dybvig, P. H. (1983). "Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity". En: *Journal of Political Economy* 91.3, págs. 401-419.
- Díaz-Alejandro, C. (1985). "Good-bye financial repression, hello financial crash". En: *Journal of Development Economics* 19.1-2, págs. 1-24.
- Eichengreen, B. et al. (1995). "Exchange Market Mayhem: The Antecedents and Aftermath of Speculative Attacks". En: *Economic Policy* 10.21, págs. 249-312.
- Flood, R. P. y Garber, P. M. (1984). "Collapsing exchange-rate regimes: Some linear examples". En: *Journal of International Economics* 17.1-2, págs. 1-13.
- Forbes, K. (2012). *The "Big C": Identifying Contagion*. Working Paper 18465. NBER.
- Frankel, J. A. y Rose, A. K. (1996). "Currency crashes in emerging markets: An empirical treatment". En: *Journal of International Economics* 41.3-4, págs. 351-366.
- Freixas, X. y Rochet, J. C. (1999). *Microeconomics of banking*. MIT press.
- Ghosh, A. R., Ostry, J. D. y Tsangarides, C. G. (2010). "Exchange Rate Regimes and the Stability of the International Monetary System". En: *Occasional Paper (IMF)* 270.

Bibliografía

- Glick, R. y Hutchison, M. (1999). “Banking and Currency crises: how common are twins?” En: *Pacific Basin Working Paper Series* PB99-07.
- (2013). “Models of Currency Crises”. En: *The Evidence and Impact of Financial Globalization*. Ed. por G. Caprio. Oxford: Oxford: Elsevier Inc. Cap. 33, págs. 485-497.
- Goldstein, I. (2005). “Strategic complementarities and the twin crises”. En: *The Economic Journal* 115.503, págs. 368-390.
- Goldstein, M. y Hawkins, J. (1998). *The origin of the Asian financial turmoil*. Research Discussion Paper 9805. Sydney: Reserve Bank of Australia.
- Kaminsky, G., Lizondo, S. y Reinhart, C. M. (1998). “Leading Indicators of Currency Crises”. En: *Staff Papers (International Monetary Fund)* 45.1, págs. 1-48.
- Kaminsky, G. y Reinhart, C. M. (1999). “The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems”. En: *American Economic Review* 89.3, págs. 473-500.
- Krugman, P. (1979). “A Model of Balance-of-Payments Crisis”. En: *Journal of Money, Credit, and Banking* 11.3, págs. 311-325.
- (1999a). “Balance Sheets, the Transfer Problem, and Financial Crises”. En: *European Economic Review* 6.4, págs. 459-472.
- (1999b). “What Happened to Asia”. En: *Global Competition and Integration*. Ed. por R. Sato, K. Mino y R. V. Ramachandran. Kluwer Academic Publishers. Cap. 14, págs. 315-327.
- Landau, J. P. (2014). “International lender of last resort: some thoughts for the 21st century”. En: *Re-thinking the lender of last resort*. Vol. 79. BIS, págs. 119-127.
- Liang, J.-G., Mao, W.-L. y Yeh, C.-C. (2012). “A model of the interactions between asset prices bubble bursts and twin crises.” En: *Journal of Information and Optimization Sciences* 33.2-3, págs. 273-294.
- Milesi-Ferretti, G. M. y Razin, A. (1998). “Current Account Reversals and Currency Crises: Empirical Regularities”. En: *IMF working paper* 98/1306620.
- Mishkin, F. S. (1999). “Lessons from the Asian crisis”. En: *Journal of International Money and Finance* 18.4, págs. 709-723.
- Morris, S. y Shin, H. S. (1998). “Unique Equilibrium in a Model of Self-Fulfilling Currency Attacks”. En: *The American Economic Review* 88.3, págs. 587-597.
- (2003). “Global Games: Theory and Applications”. En: *Advances in Economics and Econometrics*. Ed. por M. Dewatripont, L. P. Hansen y S. J. Turnovsky. Cambridge: Cambridge University Press. Cap. 3, págs. 56-114.
- Nikitin, M., Solovyeva, A. y Urosevic, B. (2012). “Globalization, Exchange Rate Regimes and Financial Contagion”. Mimeo.

Bibliografía

- Obstfeld, M. (1994). "The logic of currency crises". En: *Cahiers économiques et monétaires* 43, págs. 189-213.
- Reinhart, C. M. y Rogoff, K. S. (2012). *Esta vez es distinto: ocho siglos de necesidad financiera*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Solomon, R. H. (2003). "Anatomy of a Twin Crisis". En: *Bank of Canada Working Paper* 03.41.
- Takeda, F. (2004). "A twin crisis model with incomplete information". En: *Journal of the Japanese and International Economies* 18.1, págs. 38-56.
- von Hagen, J. y Ho, T. (2003). "Twin Crises: A Reexamination of Empirical Links". Mimeo.

A. Anexo: la inclusión del riesgo moral

Los resultados obtenidos en el **capítulo 3** indican que la presencia de un prestamista internacional de última instancia mejora el bienestar de la economía, ya que mediante mecanismos de intervención (directos o indirectos) puede prevenir el surgimiento de crisis. No obstante, la intervención del ILOLR podría desincentivar a gobiernos locales a adoptar medidas que permitan disminuir la probabilidad de una crisis, debido a su costo político. En este anexo se analiza este problema de riesgo moral. Cabe agregar que en este reducimos nuestra atención al caso de un país individual (sin contagio), donde el fundamental sigue una distribución normal con precisión σ .

Ya que el modelo propuesto refleja un escenario donde las decisiones no se toman de forma secuencial, introducimos al gobierno como un jugador que actúa previamente en función de maximizar su utilidad esperada, sin observar señal alguna del fundamental y cuyas acciones pueden modificar la media del fundamental; supuestos que se siguen de Corsetti et al. (2006). Para esto supondremos que el gobierno tiene dos opciones: i) implementar una reforma (acción A) que hace que la media sea μ_A e implica un costo $\Psi > 0$, o ii) no implementarla (acción N) que hace que la media sea μ_N , con $\mu_A > \mu_N$. Ni los depositantes, ni el ILOLR conocerán con exactitud la decisión del gobierno, pero asignarán una probabilidad p_A a la acción A . Con esto, las medias de las distribuciones a posteriori de depositantes y ILOLR son, respectivamente:

$$E(\theta|s^*) = p_A \left(\frac{\sigma\mu_A + \beta s^*}{\sigma + \beta} \right) + (1 - p_A) \left(\frac{\sigma\mu_N + \beta s^*}{\sigma + \beta} \right) \equiv \hat{s}$$

$$E(\theta|S^*) = p_A \left(\frac{\sigma\mu_A + \gamma S^*}{\sigma + \gamma} \right) + (1 - p_A) \left(\frac{\sigma\mu_N + \gamma S^*}{\sigma + \gamma} \right) \equiv \hat{S}$$

A. Anexo: la inclusión del riesgo moral

La utilidad esperada del gobierno ante cada una de sus elecciones será:

$$U_g(A) = 1 - \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_A)\right) - \Psi \quad (\text{A.1})$$

$$U_g(N) = 1 - \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_N)\right) \quad (\text{A.2})$$

La intuición de las anteriores expresiones es la siguiente: una economía mejor preparada será aquella en que un menor rango de realizaciones suceda una crisis y aún mejor si ello lo hace sin requerir de ayuda externa; por tanto, tomamos como referencia el umbral $\bar{\theta}$ donde la utilidad del gobierno es la probabilidad de que θ sea mayor a $\bar{\theta}$ dada una cierta media, así entre mejor esté preparada una economía menor será el valor de $\bar{\theta} - \mu$ y mayor la utilidad del gobierno.

De esta forma, el gobierno implementará la reforma si y sólo si $U_g(A) \geq U_g(N)$, cuya utilidad neta $\Delta_g \equiv U_g(A) - U_g(N)$ es:

$$\Delta_g = \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_N)\right) - \Phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_A)\right) - \Psi \quad (\text{A.3})$$

Diremos que existe un problema de riesgo moral si $\frac{\partial \Delta_g}{\partial L} < 0$; es decir, si al aumentar los recursos contingentes del ILOLR el gobierno de este país tiene menos incentivos a implementar la reforma.

Proposición A.1. *No existe un problema de riesgo moral si y sólo si $|\bar{\theta} - \mu_A| \leq |\bar{\theta} - \mu_B|$.*

Prueba. $\frac{\partial \Delta_g}{\partial L} \geq 0$ si y sólo si

$$\frac{\partial \bar{\theta}}{\partial L} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_N)\right) \geq \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial L} \phi\left(\sqrt{\sigma}(\bar{\theta} - \mu_A)\right)$$

si y sólo si

$$\exp\left(-\frac{\sigma(\bar{\theta} - \mu_A)^2}{2}\right) \geq \exp\left(-\frac{\sigma(\bar{\theta} - \mu_N)^2}{2}\right)$$

si y sólo si $|\bar{\theta} - \mu_A| \leq |\bar{\theta} - \mu_B|$. □

A. Anexo: la inclusión del riesgo moral

La anterior proposición muestra que el problema de riesgo moral varía dependiendo de las condiciones domésticas del país. En particular, se requiere que el umbral $\bar{\theta}$ sea más cercano a μ_A que a μ_B para que este no exista; intuitivamente esta implicación indica que los incentivos a implementar la reforma aumentan si al hacerlo la probabilidad de crisis se reduce lo suficiente.

El siguiente ejemplo, donde consideramos dos países con las mismas condiciones, excepto su nivel de reservas y la proporción de depósitos en dólares, lo ilustra¹. El país 1, que resulta ser el más vulnerable, implementa la reforma ante todos los niveles de L . Sin embargo, no siempre una mayor ayuda externa aumenta las ganancias esperadas de implementar la reforma: existen regiones en las cuales los incentivos del gobierno no son compatibles con una mayor liquidez externa.

En el caso del país 2, los incentivos del gobierno no son compatibles con una mayor liquidez externa en todo el espacio. Más aún, cuando $p_A = 0,8$ el gobierno no implementará la reforma en la mayor parte de los posibles valores de L .

Tabla A.1.: Valores de los parámetros: la inclusión del riesgo moral

Parámetro	Símbolo	País 1	País 2
Media del fundamental con reforma	μ_A	1	1
Media del fundamental sin reforma	μ_N	0	0
Costo de la reforma	Ψ	0,3	0,3
Precisión del fundamental	σ	1	1
Precisión de la señal de los depositantes	β	4	4
Precisión de la señal del ILOLR	γ	10	10
Proporción de depósitos en dólares	α	0,8	0,5
Nivel de reservas	Γ	0,1	0,4
Escala del fundamental en sector cambiario	ω	0,4	0,4
Beneficio del ILOLR	B	100	100
Costo del ILOLR	C	150	150
Escala de retornos	δ	1	1
Valor del retiro en el período 1	κ	1	1

¹Se toma $R(\theta, n) = \delta \sqrt{2\pi/(\sigma + \beta)} \exp(\theta - n)$.

A. Anexo: la inclusión del riesgo moral

Figura A.1.: El problema del riesgo moral: un ejemplo

