

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Economía

**Análisis de Impacto del Comportamiento de Agentes
Heterogéneos en la Estabilidad de un Sistema Bancario
Fraccionario con Netlogo**

Kevin Josue Nieto Padilla

Economía

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Economista

Quito, 09 de mayo de 2025

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Economía

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Análisis de Impacto del Comportamiento de Agentes Heterogéneos en la
Estabilidad de un Sistema Bancario Fraccionario con Netlogo**

Kevin Josue Nieto Padilla

Nombre del profesor, Título académico Santiago Gangotena, Decano Artes liberales

Quito, 09 de mayo de 2025

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Kevin Josue Nieto Padilla

Código: 00325436

Cédula de identidad: 1751335538

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETheses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETheses>.

RESUMEN

Las corridas bancarias representan uno de los fenómenos más disruptivos en las economías modernas, con la capacidad de transformar crisis de liquidez localizadas en colapsos sistémicos. A pesar de su importancia, los modelos económicos tradicionales a menudo subestiman el papel de la heterogeneidad de los agentes y las dinámicas sociales. Este estudio emplea un Modelo Basado en Agentes (ABM), desarrollado en la plataforma NetLogo, para investigar los micro fundamentos de la inestabilidad financiera. El modelo simula un sistema de reserva fraccionaria compuesto por una institución bancaria y una población de depositantes, cuya confianza endógena depende tanto de la solvencia observable del banco como del contagio social local.

Los resultados demuestran que la estabilidad del sistema es altamente sensible a dichos parámetros. Altos requisitos de reserva y capital generan sistemas resilientes donde las corridas son eventos atípicos. Por el contrario, ratios de reserva críticamente bajos, en línea con crisis históricas, producen una fragilidad estructural donde colapsos sistémicos son casi inevitables, incluso ante perturbaciones menores. La principal conclusión es la disociación entre el rol del capital como amortiguador de la solvencia y ancla de la confianza a largo plazo, y el rol de las reservas como herramienta esencial para la gestión de la liquidez inmediata y la prevención del estrés operativo. El modelo valida que la estabilidad bancaria es una propiedad emergente que requiere un enfoque regulatorio dual para ser efectiva.

Palabras clave: Corrida Bancaria, Modelo Basado en Agentes, Estabilidad Financiera, Confianza, Contagio Social, Solvencia.

ABSTRACT

Bank runs represent one of the most disruptive phenomena in modern economies, capable of turning localized liquidity shortages into systemic collapses. Despite their importance, traditional economic models often underestimate the role of agent heterogeneity and social dynamics. This study employs an Agent-Based Model (ABM) developed in the NetLogo platform to explore the micro foundations of financial instability. The model simulates a fractional reserve banking system comprising a financial institution and a population of depositors, whose endogenous trust depends on both the observable solvency of the bank and localized social contagion.

The results show that system stability is overly sensitive to these parameters. High reserve and capital requirements create resilient systems in which bank runs are rare events. In contrast, critically low reserve ratios, like those observed in historical crises, generate structural fragility, where systemic collapses become inevitable even under minor shocks. The main conclusion is the distinction between the role of capital as a long-term solvency buffer and anchor of trust, and the role of reserves as an immediate liquidity management tool to prevent operational stress. The model validates that banking stability is an emergent property that requires a dual regulatory approach to be effective.

Keywords: Bank Run, Agent-Based Model, Financial Stability, Trust, Social Contagion, Solvency.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Análisis de Impacto del comportamiento de agentes heterogéneos en la estabilidad de un sistema fraccionario con Netlogo.....	12
Objetivos	12
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos	12
Marco Teórico	12
Fundamentos del sistema bancario de reserva fraccionaria	12
Confianza, pánico y corridas bancarios	14
Modelado basado en agentes (ABM) en economía	16
Modelo Bancario	21
Descripción del modelo.....	21
Variables Globales	23
Variables del Banco.....	24
Atributos de los Clientes	25
Mecánicas del modelo.....	26
Resultados.....	28
Escenario Base	29
Escenario disipador	32
Escenario austero	35
Conclusiones.....	38
Referencias bibliográficas	41
Anexo A: Funcionamiento del Agente	43
Anexo B: Funcionamiento del banco	43
Anexo C: Tabla de resultados	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados Monett & Navarro (2016)..... 19

Tabla 2. Tabla de Resultados de Experimentos Netlogo 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura F 1. Resultados Distribución de la riqueza Wilensky (1998)	18
Figura 2. Resultados Distribución del Ingreso Wilensky (1998)	19
Figura 3. Diagrama del proceso de decisión. Sistema de Valoración de Preferencias.....	20
Figura 4. Resultados reserva al 1% Monet (2016)	21
Figura 5. Entorno del modelo y sus agentes.....	22
Figura 6. Diagrama de actualización de la confianza.....	28
Figura 7. Resultados E1. Nivel de Pánico y confianza.....	30
Figura 8. Resultados E1. Preferencias de Almacén.....	31
Figura 9. Resultados E1. Distribución de recursos.....	31
Figura 10. Resultados E1. Puntaje de Solvencia.....	32
Figura 11. Resultados E2. Nivel de Pánico y confianza.....	34
Figura 12. Resultados E2. Preferencias de Almacén.....	34
Figura 13. Resultados E2. Nivel de depósitos.....	35
Figura 14. Resultados E3. Nivel de Pánico y confianza.....	36
Figura 15. Resultados E3. Solvency Score.....	37
Figura 16. Resultados E3. Depósitos vs Reservas.....	38

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos dos siglos, la humanidad ha atravesado una etapa de desarrollo, construcción y sofisticación del sistema de interacción financiera. Este proceso histórico se ha caracterizado no solo por la aparición progresiva de herramientas cada vez más complejas y refinadas, sino también por la recurrencia de crisis financieras. En particular, las crisis acompañadas de episodios de pánico social han tenido como denominador común la participación del sistema bancario. La evolución del sistema bancario global ha transitado por diversos esquemas operativos, desde los modelos primitivos de intermediación financiera, pasando por la banca con encaje del 100% predominante hasta el siglo XX, hasta desembocar en el modelo actual de reserva fraccionaria, con coeficientes por debajo del 10% del total de depósitos. Si bien esta estructura ha demostrado ser eficaz para dinamizar la economía mediante el incremento del volumen de transacciones, también ha expuesto al sistema financiero a múltiples vulnerabilidades entre la más recurrente en el último siglo ha sido la ocurrencia de crisis de insolvencia acompañadas de pánico bancario.

Para abordar esta problemática de tal forma que se capturen los efectos racionales de elección de los consumidores y a su vez la sutileza del funcionamiento de un banco se desarrolló un modelo basado en agentes en la plataforma de NetLogo. En este entorno se crearon dos tipos de agentes: bancos y clientes. Quienes están en un espacio digital toman decisiones y ejecutan protocolos. Los clientes toman decisiones individuales de depósito, retiro y solicitud de préstamo guiado por un coeficiente de confianza, el cual evoluciona en función de la solvencia percibida del banco y el comportamiento de sus semejantes. El banco, por su parte, gestiona reservas, préstamos y su condición general frente a una potencial pérdida de confianza en función de su balance y reglas contables simplificadas. EL modelo permite observar cómo

decisiones locales pueden escalar hacia fenómenos macroeconómicos que dejen un quiebre estructural en el bienestar general tal y como lo es una corrida bancaria emergente.

Este enfoque se ha consolidado como una herramienta metodológica clave para el estudio de fenómenos económicos y sociales complejos, particularmente en lo que respecta a la confianza de los agentes en la estabilidad del sistema bancario. Que a diferencia de los modelos DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) tradicionales, que suelen asumir agentes representativos y expectativas racionales, los modelos basados en agentes permiten incorporar heterogeneidad, incertidumbre y dinámicas de interacción local entre agentes. Habilitando la simulación de comportamientos emergentes, como la propagación de expectativas negativas o el surgimiento de pánicos bancarios, que resultan difíciles de capturar mediante enfoques agregados. En este marco, la confianza deja de ser una variable exógena para convertirse en un mecanismo endógeno y dinámico, influido por la percepción colectiva, la experiencia individual y las respuestas institucionales. El análisis es fundamental no solo para la comprensión del impacto social y financiero sino también para el diseño de políticas monetarias y fiscales más sensibles a los canales de transmisión del riesgo sistémico. En particular, se permite explorar cómo cambios graduales en la percepción de seguridad derivados de variaciones en el ratio de reservas o de eventos exógenos pueden desencadenar crisis endógenas de liquidez. De este modo, los modelos basados en agentes ofrecen una plataforma flexible y realista para el análisis de escenarios contrafactuales y el diseño de políticas más resilientes ante la erosión gradual de la confianza en el sistema bancario.

ANÁLISIS DE IMPACTO DEL COMPORTAMIENTO DE AGENTES HETEROGÉNEOS EN LA ESTABILIDAD DE UN SISTEMA FRACCIONARIO CON NETLOGO

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un modelo basado en agentes que simule el funcionamiento de un sistema bancario con reserva fraccionaria, incorporando dinámicas de confianza, decisiones individuales y crisis emergentes, con el fin de analizar condiciones bajo las cuales se puede producir una corrida bancaria endógena.

Objetivos específicos

- Diseñar e implementar una arquitectura computacional en Netlogo que represente agentes individuales (clientes y bancos) con reglas heterogéneas de comportamiento financiero.
- Incorporar al modelo variables clave como depósitos, préstamos, reservas, solvencia y confianza, con estructuras claras de flujo de actualización en experimentos supervisados.
- Generar visualizaciones y métricas cuantitativas que permitan interpretar los resultados del modelo y proponer implicaciones para la evaluación del impacto en la estabilidad del sistema bancario.

Marco Teórico

Fundamentos del sistema bancario de reserva fraccionaria

El origen de las prácticas bancarias puede rastrearse hasta las antiguas civilizaciones mesopotámicas, donde ya existían formas elementales de intermediación financiera. En contextos agrarios, surgieron mecanismos primitivos de almacenamiento y préstamo de bienes

como granos, metales preciosos y ganado, con el objetivo de facilitar el comercio y proteger los activos en circulación. Estos sistemas rudimentarios de banca operaban bajo un esquema de reservas completas, respaldado por normativas legales como las contenidas en el Código de Hammurabi (1775 a.C.), que regulan explícitamente contratos de depósito y préstamo. Este modelo de banca con respaldo total se sustentaba en una concepción estricta de la propiedad privada, donde la custodia de bienes ajenos implicaba una responsabilidad legal absoluta. Comprender estas primeras formas de organización financiera permite identificar el surgimiento de principios fundamentales que aún rigen la intermediación bancaria moderna, como la protección del ahorro y la función del crédito, además de sentar las bases para la evolución posterior hacia sistemas más complejos. (Fuller, 2024)

Originalmente, las instituciones financieras griegas, incluidos los bancos privados y los templos, se regían bajo un esquema de reservas totales. No obstante, existen registros históricos que evidencian la transgresión de dicho principio. Un ejemplo notable se encuentra en el discurso del Isócrates, que data del año 393 a.C., donde se acusa al banquero ateniense Pasión (Πασίων) de operar con reservas fraccionarias en su banco privado. Este personaje a raíz de ofrecer servicios financieros a figuras prominentes de la política y la economía griega sería uno de los pioneros en popularizar este sistema de préstamo de “depósitos ajenos” que trajo en consecuencia un milenio entero de discusión moral, ética e intelectual sobre el sistema de bancarización idóneo, donde las mentes más destacadas en la historia del pensamiento económico, como: Keynes, Friedman, Rothbard, Mises, Tomás de Aquino, entre otros. (Fuller, 2024)

Este recorrido histórico permite observar cómo las formas tempranas de la banca no sólo responden a las necesidades prácticas del intercambio económico, sino que también sentaron las bases normativas y operativas de conceptos fundamentales como la reserva fraccionaria,

que aún hoy siguen siendo objeto de debate en la teoría y práctica financiera contemporánea. En la historia moderna la Gran Depresión de 1929 es de los episodios más frenéticos de colapsos bancarios en donde se evidenció la vulnerabilidad del sistema fraccionario, donde el caos trajo consigo una contracción amplificada de la actividad económica que sentaría las bases del entendimiento del sistema de reserva fraccionaria. (Fels et al., 1964) Las crisis posteriores como la de América latina en los años 80, la crisis asiática de 1997 o la misma crisis global de 2008 no solo han abierto nuevamente el debate sobre la arquitectura funcional del modelo predominante de reserva fraccionaria, sino que muestran una correlación positiva con la sofisticación de los instrumentos financieros y la aparición de vulnerabilidades en el sistema. Este mecanismo de banca fraccionaria, si bien potencia la eficiencia del sistema al canalizar recursos hacia actividades productivas, también introduce una vulnerabilidad estructural derivada del descalce entre los pasivos líquidos de corto plazo (depósitos) y los activos ilíquidos de largo plazo (préstamos). La existencia de este descalce hace que los bancos sean inherentemente susceptibles a corridas bancarias, especialmente en contextos de pérdida de confianza o choques exógenos. Por ello, como señala Mishkin, comprender la dinámica de la banca fraccionaria es crucial no sólo para evaluar la estabilidad financiera, sino también para el diseño de políticas regulatorias efectivas que mitiguen el riesgo sistémico sin comprometer la función crediticia esencial del sistema bancario. (2012)

Confianza, pánico y corridas bancarios

Hablar de la confianza, es directamente hablar del corazón de este modelo, sin embargo, es importante definirla en un contexto financiero. De la obra principal de Luigi Guiso: “Trusting the stock Markets” es factible comparar el concepto de confianza en el mercado accionario con la confianza bajo una arquitectura institucional financiera y monetaria moderna,

específicamente en este contexto de banca de reserva fraccionaria donde el papel de la confianza históricamente ha sido el pilar estructural e indispensable de la misma, se puede no solo comparar la noción de confianza sino también los procesos endógenos y exógenos que provocan una variación. (Guiso et al., 2008)

El diseño operativo vuelve al sistema vulnerable a los episodios de iliquidez, especialmente en situaciones de pánico financiero. Por tanto, la confianza emerge como un activo intangible y crucial para los bancos, pues de esta depende su estabilidad. Guiso et al. (2008) definen como una creencia subjetiva, internalizada por los agentes económicos, donde asumen que los otros agentes económicos (sean agentes o instituciones) actuarán de manera justa y fiable, es decir, la confianza cumple un papel de percepción del riesgo de ser engañado. Esta creencia no es plenamente racional ni informada, pues es un juicio compuesto que combina la competencia técnica y honestidad percibida de los agentes como seguidores de actitudes encaminadas a la legitimidad y estabilidad del sistema en su conjunto. En economía la práctica de experimentos en laboratorio sobre la confianza como el “trust game” evidencia la necesidad de incluir esta variable dentro del análisis en entornos de toma de decisión por cuestiones de realismo en el análisis.

La confianza en un contexto institucional con riesgo asociado, en este caso el colapso institucional, actúa como mecanismo reductor de incertidumbre y facilitador de la cooperación social y eficiencia económica. Pues en ausencia de confianza, la exposición del sistema a fenómenos como las corridas bancarias, contracción del crédito o el congelamiento de las cuentas es inminente. Esta afirmación se rescata de la serie de experimentos realizados sobre la confianza y la toma de decisiones. (Pérez-González et al., 2024)

Uno de los marcos teóricos más influyentes para comprender la función de la interacción entre agentes y bancos en un sistema fraccionario es el Modelo de Diamond y Dybvig (1983), el

crucial equilibrio entre depositantes pacientes e impacientes se mantiene por un determinante silencioso, la confianza. En medida que los agentes confían en el servicio de liquidez que ofrece el banco si se cumplen los siguientes argumentos:

1. EL banco conservará la solvencia y liquidez necesarias para satisfacer los retiros legítimos de los agentes en cada periodo.
2. Los depositantes no se comportan estratégicamente irracionales de tal forma que retiren sus fondos sin necesidades reales.

En este contexto, la estabilidad del sistema financiero depende directamente del set de creencias de cada individuo sobre el comportamiento de los otros agentes, entre ellos el banco. El fenómeno social y financiero de la corrida bancaria sucede en este modelo cuando los depositantes intentan retirar simultáneamente sus fondos de la institución bancaria motivados por su creencia (confianza) tenga su origen en un fundamento real o no de que el banco podría volverse ilíquido o insolvente. El comportamiento colectivo basado en expectativas negativas desde el enfoque de Diamond y Dybvig (1983) se presentan como un equilibrio de auto confirmación de expectativas que emerge naturalmente del modelo de reserva fraccionario.

La confianza constituye un elemento estructural para el sistema bancario bajo el esquema de reserva fraccionaria. Pues las instituciones con su creciente tendencia a un esquema funcional 100% Fiat la confianza actúa como un activo intangible y crucial en las operaciones. En este sentido, el uso de modelos económicos que incorporen explícitamente la confianza como variable de estudio se vuelve necesario para la comprensión conceptual de la confianza y su impacto micro y macro fundado en las economías de escala.

Modelado basado en agentes (ABM) en economía

El siglo XX ha sido un punto de inflexión para el desarrollo de la economía como ciencia, no solo por el desarrollo intelectual impulsado por los múltiples eventos sociales, políticos y financieros sino también por la matematización de la ciencia. Este proceso dio origen a múltiples enfoques y técnicas, desde la interacción de variables económicas como parte de los modelos de crecimiento o equilibrio general hasta el desarrollo de la econometría aplicada a los fenómenos sociales. Los modelos basados en agentes emergen como una metodología computacional enfocada a los modelos neoclásicos convencionales, especialmente en aplicaciones de teoría de juegos. Su desarrollo se puede rastrear a finales de los años 80 e inicios de los años 90 donde Thomas Schelling simula un modelo de segregación racial, donde buscó exponer la tendencia de ciertas personas por su propio grupo y cómo este fenómeno podía conducir a una sociedad segregada. (Mingarelli, 2022) Marcando entre otros modelos como los de Robert Axelrod y Leigh Tesfatsion la tendencia de introducir esta metodología en el estudio de mercados financieros, comercio internacional, innovación, entre otras ramas de la economía, consolidándose a la actualidad en conjunto con el desarrollo de la economía computacional y desarrollo de inteligencia artificial como un enfoque complementario frente a externalidades sistémicas con algoritmos no lineales.

Los precursores del presente modelo en lo que la confianza del sistema bancario se refiere tiene su primer acercamiento en el modelo en NetLogo de 1998 de Wilensky. Modelo cuyo objetivo es el de modelar un sistema financiero privado con agentes, partiendo del supuesto donde el dinero se encuentra depositado en los bancos y tan solo una fracción (efectivo) es requerida de forma líquida para hacer transacciones diarias en productos de consumo. El modelo incorpora un banco representativo que responde ante el usuario (que actúa como gobierno central) quien es el encargado de fijar el coeficiente de reservas obligatorio para el banco. El modelo simula una ronda de interacciones donde los agentes hacen negocios de manera aleatoria con otros agentes y una ronda donde los agentes verifican su contabilidad personal, con el fin de:

- Depositar dinero al banco en caso de saldos positivos.
- Retirar los ahorros en caso de saldos negativos.
- Solicitar préstamos siempre que el banco tenga fondos disponibles.
- Amortizar la deuda con los fondos propios.

El modelo es relevante puesto a que permite observar comportamientos naturales y fundamentales de un sistema bancario privado, con una capacidad sistémica de crear dinero endógeno, el cual ha sido el foco del debate desde hace 2 milenios en cuanto a la reserva fraccionaria. Si bien el modelo tiene como finalidad estudiar la distribución de la riqueza en presencia de bancarización privada e interacciones comerciales. Las bases que presenta para la comprensión del compilado y programación de un sistema fraccionario resulta indispensable para el análisis.

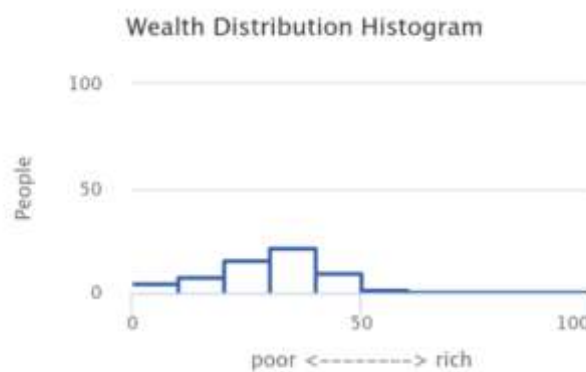


Figura 1: Resultados Distribución de la riqueza Wilensky (1998)

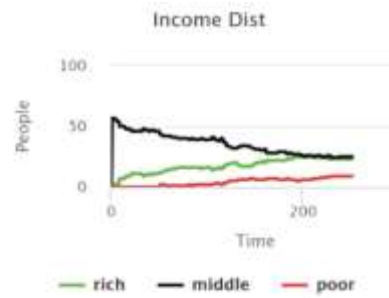


Figura 2: Resultados Distribución del Ingreso Wilensky (1998)

Por otro lado, el modelo más relevante para el desarrollo del presente escrito es sin duda el modelo de reserva fraccionaria de Dagmar Monet y Jesús Emeterio Navarro en 2016. El modelo busca implementar una librería de creencias, deseos e intenciones BDI de autoría propia en un entorno de bancos con reserva fraccionaria. El entorno de *beliefs* (B) propone un mapa a los agentes para moldear las expectativas racionales que tienen sobre sí mismos, sobre los otros agentes y el funcionamiento del banco. El entorno de *desires* (D) propone un mapa a seguir para los propios agentes desde un objetivo mayor como el de maximizar su utilidad hasta la escritura de pasos intermedios como el de racionalidad y convexidad en sus curvas de indiferencia en el consumo. Finalmente, las *intentions* (I) que propone una serie de reglas propias de cada agente para lograr la heterogeneidad y que tengan un proceso de deliberación en cada turno. El modelo propone un diseño experimental de tal manera que a raíz del desarrollo de los turnos se evalúe la evolución del ratio de pérdida de confianza en el sistema bancario. Evidenciando una correlación positiva entre el ratio mínimo de reservas con la pérdida promedio de la confianza.

Cuadro 1: Resultados de experimentos

Experimento	Tasa de reserva mínima	Tasa promedio de pérdida de confianza
E1	1%	30%
E2	1%	50%
E3	5%	30%

El modelo es fundamental para el entendimiento del proceso de actualización de confianza, pues la librería BDI propone un esquema de deliberación para actualizar su valoración personal:

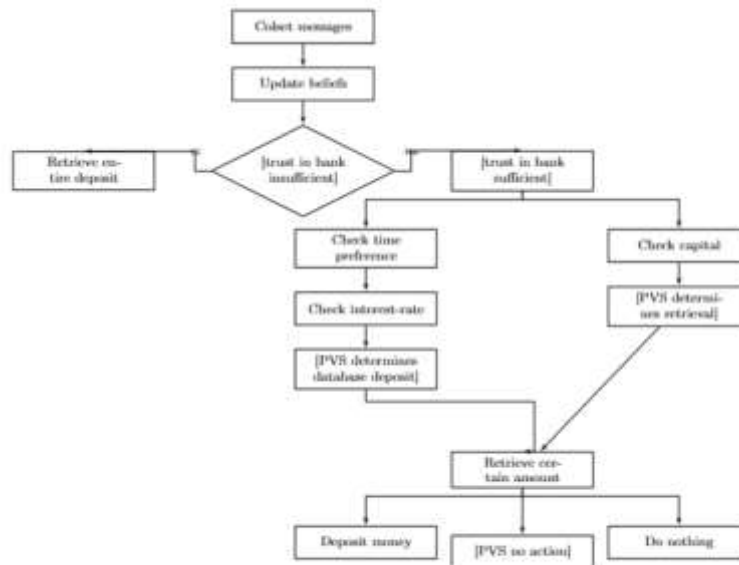


Figura 3: *

Nota: Diagrama del proceso de decisión. PVR = Sistema de Valoración de Preferencias.

Este proceso de deliberación permite a los agentes tomar decisiones en función de su escala de valoración personal tomando en cuenta variables adicionales como la preferencia temporal (p), el capital disponible (C), la tasa de interés sobre depósitos (β) y la confianza en el banco (t) también influyen en el proceso de decisión. El uso de este modelo como punto referencial es fundamental por los ciclos de toma de decisión que tienen los agentes para modelar su heterogeneidad. Principalmente por la inclusión de la confianza como variable modelable y propia de los agentes.

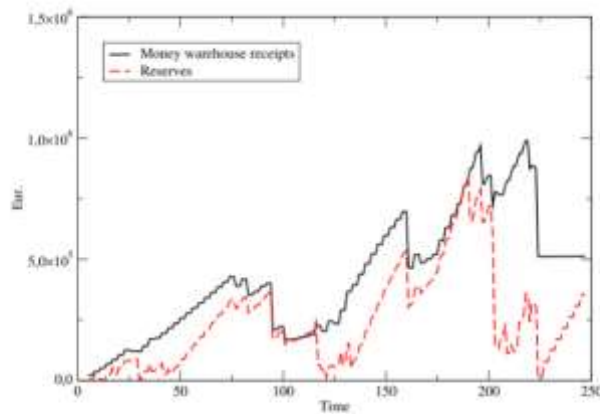


Figura 4: Resultados reserva al 1 % Monett (2016)

Modelo Bancario

Descripción del modelo

Este estudio presenta un Modelo Basado en Agentes (ABM) desarrollado en la plataforma NetLogo, orientado a la simulación de los micro fundamentos de una corrida bancaria dentro de un sistema de reserva fraccionaria. El objetivo del modelo es analizar cómo la interacción entre la solvencia de una institución bancaria central impacta en las decisiones de los depositantes individuales influenciadas tanto por información pública como por dinámicas de contagio social puede dar lugar a fenómenos emergentes de crisis de liquidez, con el consiguiente riesgo de colapso institucional. El modelo asume un escenario de información completa, en el cual todos los agentes conocen en cada momento el estado financiero del banco, incluyendo el nivel de reservas, los depósitos totales, los préstamos otorgados y la calificación de solvencia, entre otros. Esta suposición permite focalizar el análisis en los efectos conductuales derivados de la confianza y las decisiones individuales, eliminando la incertidumbre informativa como factor explicativo de las corridas bancarias.

La arquitectura del modelo se presenta en un entorno 2D donde interactúan dos agentes principales: Clientes y el banco. Con la finalidad de proveer a cada uno una serie de comportamientos y reglas propias de cada uno.



Figura 5: Entorno del modelo y sus agentes

El primer tipo de agente es el banco, una entidad central y única que opera bajo un régimen de reserva fraccionaria. Su estado se representa mediante una hoja de balance simplificada, compuesta por sus reservas líquidas (*reserves*), los depósitos de los clientes (*deposits*), los préstamos otorgados (*loans*) y su capital propio (*capital*), que actúa como colchón de solvencia frente a posibles pérdidas. El banco en este modelo cumple una doble función: captar depósitos del público y otorgar préstamos, operando bajo restricciones regulatorias que determinan el nivel mínimo de reservas que debe mantener respecto al total de sus pasivos impuestas por el usuario.

El segundo tipo de agente corresponde a los clientes, quienes constituyen una población heterogénea en términos financieros y comportamentales. Cada cliente se define por su estado financiero actual, compuesto por los ahorros depositados en el banco (*savings*), el dinero en efectivo que conserva en su poder (*wallet*) y las deudas contraídas con la entidad bancaria (*loans*). De forma crucial, cada cliente posee un atributo psicológico central para el

modelo: la confianza (*trust*) en el banco. Esta variable, endógena y dinámica, adopta valores continuos entre 0 y 1, y determina de manera directa sus decisiones de depósito y retiro. La evolución agregada de esta confianza resulta clave para modelar el surgimiento de fenómenos sistémicos como las corridas bancarias.

Variables Globales

Estas variables definen las reglas y condiciones generales que aplican en todo el entorno de la simulación:

- **reserve-ratio:** Es uno de los parámetros más importantes. Representa el porcentaje de los depósitos de los clientes que el banco está legalmente obligado a mantener en forma de reservas líquidas (dinero en efectivo) y no puede prestar. Un ratio bajo permite al banco prestar más dinero, estimulando la economía, pero aumentando su riesgo. Un ratio alto hace al banco más seguro, pero limita su capacidad de préstamo.
- **people:** Simplemente, el número total de agentes (clientes) que se crearán al inicio de la simulación.
- **wealthy, indebted, middle-class:** Estas son variables de análisis que no afectan directamente el comportamiento de los agentes, sino que cuentan cuántos clientes pertenecen a cada categoría en cada "tick" o paso de tiempo, con la finalidad observar la evolución económica de la población a manera de control:
 - **wealthy:** Clientes cuya riqueza (*wealth*) supera un umbral (*wealthy-threshold*).
 - **indebted:** Clientes cuyos préstamos (*loans*) superan sus ahorros (*savings*).
 - **middle-class:** El resto de los clientes.
- **interest-rate:** Esta variable se calcula en cada "tick" de manera aleatoria siguiendo una distribución similar a la de la reserva federal, pues sus valores fluctúan entre 2% y 10%,

en el modelo se usa para calcular los intereses que el banco cobra por los préstamos, es decir la tasa de interés activa.

Variables del Banco

Estas variables definen el estado financiero y operativo del único agente bancario.

- **reserves:** Es el dinero líquido que el banco tiene disponible en sus bóvedas. Se utiliza para dos propósitos principales: 1) atender las solicitudes de retiro de dinero de los clientes y 2) otorgar nuevos préstamos. Esta es la variable clave que se agota durante una corrida bancaria.
- **deposits:** Es un pasivo para el banco. Representa la suma total del dinero que todos los clientes han depositado en sus cuentas de ahorro (*savings*). Sirve como base para calcular las reservas requeridas.
- **loans:** Es un activo para el banco. Representa la suma total del dinero que el banco ha prestado a los clientes y que espera le sea devuelto.
- **capital:** Son los fondos iniciales y propios del banco, separados de los depósitos de los clientes. Actúa como un colchón de seguridad para absorber pérdidas inesperadas (como préstamos no pagados).
- **required-reserves:** Es una cantidad calculada a raíz de multiplicar *deposits* y *reserve-ratio*. Representa la cantidad mínima de reservas que el banco debe mantener por ley.
- **available-loans:** Es la capacidad de préstamo del banco en un momento dado. Se calcula como el exceso de reservas por encima del mínimo requerido. Si las reservas caen, esta cantidad disminuye o llega a cero.
- **solvency-score:** Es el principal indicador de la salud del banco. En este modelo, mide la relación entre las reservas reales y las requeridas. Un valor menor a 1 indica que el banco

no cumple con los requisitos de reserva (es insolvente), lo que puede desencadenar el pánico entre los clientes.

- **is-bankrupt?:** Una variable de estado (verdadero/falso). Se vuelve true si el banco agota sus reservas, deteniendo las operaciones bancarias y finalizando la dinámica principal de la simulación.

Atributos de los Clientes

Estas variables definen el estado financiero, las percepciones y las decisiones de cada agente cliente.

- **savings (Ahorros):** Es el dinero que un cliente ha depositado en el banco. Es un activo para el cliente y la fuente principal de fondos que intentará retirar durante una corrida bancaria.
- **loans:** Es la deuda que un cliente tiene con el banco. Es un pasivo para el cliente.
- **wallet:** Es el dinero en efectivo que el cliente tiene en su poder, fuera del sistema bancario. Se usa para transacciones directas con otros clientes (do-business) y para realizar pagos o depósitos.
- **wealth:** Una medida simple de la riqueza neta del cliente, calculada como savings - loans.
- **trust:** Es la variable de comportamiento más importante del cliente. Es un valor entre 0 (desconfianza total) y 1 (confianza total) que representa su fe en la solidez del banco. La confianza disminuye si la solvencia del banco es baja o si sus vecinos están en pánico, y un nivel de confianza bajo es el detonante para que el cliente participe en una corrida bancaria (withdraw-run).
- **panic-level:** Es una variable informativa que cuenta cuántos de los vecinos cercanos de un cliente tienen un nivel bajo de confianza. Sirve como medida del "contagio social" del pánico.

- **seller:** Una variable técnica que almacena temporalmente a otro agente con el que se está realizando una transacción.

Mecánicas del modelo

La manera en cómo este modelo simula un estado de estabilidad e inestabilidad por causas de insolvencia se resume a la dinámica central que gira en torno a la confianza (*trust*) de los clientes, la cual se basa en la solvencia (*solvency-score*) del banco y el pánico de sus vecinos. Cuando la confianza se erosiona debido a una mala salud del banco o al contagio social, los clientes cambian su comportamiento: dejan de depositar y, en casos extremos, intentan retirar todos sus fondos simultáneamente. Este comportamiento, si se propaga, desencadena un ciclo de retroalimentación negativa: los retiros masivos agotan las reservas del banco, lo que empeora su solvencia, causando aún más pánico y llevando a una corrida bancaria que puede culminar en la quiebra del banco.

Ahora bien, el modelo tiene la naturaleza de ser dinámico y evolucionar por periodos, por lo que una vez definidos los parámetros iniciales como el número de personas y ratio de reservas, el modelo en el periodo 0 dota a cada cliente de una posición aleatoria dentro del espacio de simulación, asigna una cantidad inicial de dinero en (*wallet*) y en ahorros (*savings*), arranca con un nivel de confianza alta de 0.9 puntos porcentuales y con un nivel de endeudamiento 0. Al mismo tiempo que el banco empieza ordenando su hoja de balance, haciendo el cálculo de los depósitos iniciales con los que empieza sus operaciones, se le asigna un capital inicial y calcula sus reservas iniciales en función del ratio de reservas definido. Inmediatamente tras ejecutar su contabilidad, este determina su solvencia y la cantidad de préstamos que puede ofrecer.

Una vez inicia la simulación se determina una progresión de tiempo continua donde ocurren las siguientes acciones en una secuencia estricta:

1. El banco evalúa su solvencia: El banco hace una autoevaluación y calcula sus depósitos totales, reservas requeridas, préstamos disponibles y mediante esto, adopta un color para controlar visualmente su estado: Gris (banco con puntaje de solvencia mayor a 1.5), naranja (capaz de mantener a flote sus operaciones, pero con un puntaje de solvencia entre 1 y 1.5) y rojo (puntaje de solvencia menor a 1).
2. Los clientes evalúan su contabilidad personal: Siendo que la información sobre la salud bancaria es pública el cliente toma decisiones:
 - Si hay déficit en (*wallet*): intentarán cubrirlo con retiros a sus depósitos o en caso de no tenerlos, pidiendo un préstamo bancario.
 - Si hay superávit: Si *trust* es alta, depositan su dinero extra de (*wallet*) a (*savings*) en el banco. Si *trust* es baja, el dinero se mantiene en su custodio.
 - Pagos de deuda: En caso de haber dinero disponible y deudas activas, los pagarán.
 - Corrida bancaria: Si el banco presenta un puntaje de solvencia menor a 1 o en su defecto color rojo, la confianza del cliente ha caído, el cliente activa el procedimiento *withdraw-run* e intentará sacar todos sus ahorros del banco.
3. Negocios: Los agentes con una periodicidad de 3 ticks realizan transacciones de dinero entre ellos, simulando una actividad económica de intercambio comercial que hace fluir el dinero en *wallets* e incentiva la oferta y demanda de créditos.
4. Actualización de la confianza: Después de que las acciones anteriores han sucedido, cada cliente evaluará su nivel de confianza en el banco para el siguiente periodo, este proceso ocurre en base a dos factores:
 - Puntaje de solvencia: El cliente analiza el puntaje de solvencia reportado por el banco para evaluar su nivel de confianza

-Pánico local: Cada cliente es capaz de observar clientes cercanos y observa si nivel de confianza para modificar su nivel personal, con el objetivo de simular un contagio social.

ACTUALIZACIÓN DE LA CONFIANZA

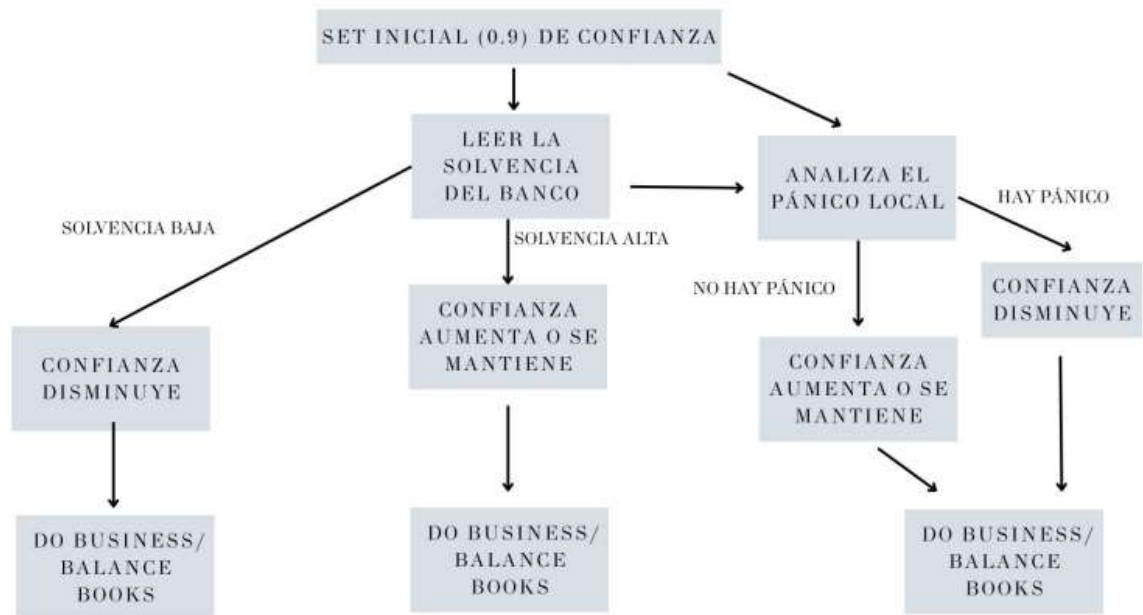


Figura 6: Diagrama de actualización de la confianza

Resultados

La arquitectura computacional de NetLogo, combinada con el diseño experimental del modelo propuesto, permite la configuración flexible de múltiples parámetros, facilitando así la generación y análisis de resultados bajo distintas condiciones estructurales. El enfoque analítico se centra en la identificación de dinámicas macroeconómicas emergentes a partir de interacciones microeconómicas entre agentes heterogéneos, con especial atención a los mecanismos que conducen tanto a la estabilidad sistémica como a escenarios de crisis de liquidez, eventualmente acompañadas de fenómenos de pánico financiero inducido socialmente.

Para la evaluación dinámica del sistema, se corrieron múltiples simulaciones en las cuales se variaron de forma sistemática una serie de parámetros regulatorios y estructurales clave, entre los que se incluyen:

1. el coeficiente de reserva obligatoria del banco.
2. el nivel de precios de los bienes intercambiados por los clientes.
3. el capital inicial asignado al banco.
4. el número total de clientes activos en el sistema.

Corriendo un promedio de 100 veces cada simulación con la herramienta de Análisis de Comportamiento implementada en NetLogo, fue posible analizar patrones propios del conjunto de parámetros seleccionados clasificados en cuatro. El objetivo principal de estos experimentos fue observar y cuantificar la evolución de indicadores críticos como el índice de solvencia del banco, el nivel agregado de reservas bancarias, la dinámica de la confianza de los agentes y la emergencia de eventos de pánico colectivo.

Escenario Base

Las condiciones que definen a este primer escenario experimental es un número de participantes de 100 y una capitalización bancaria de 500 unidades monetarias, teniendo en cuenta un nivel de precio del bien A de 5 unidades monetarias y un precio del bien B de 10. Se fijó un ratio de reservas de 22%. Con la finalidad de observar una conducta estándar de cómo interactúan los bancos privados en América Latina tomando de referencia el periodo de 2008-2009 donde la crisis global sentó las bases del comportamiento bancario hasta la actualidad, donde Brasil alcanzó en ciertos momentos tasas de hasta el 20% de encaje, Perú y Colombia por su parte ajustaron sus necesidades de encaje al 15%, por otro lado países como Argentina

y Uruguay alcanzaron un 33% en promedio de encaje para el año 2006 (Montoro & Moreno, 2011).

Los resultados de este primer experimento resultan fascinantes de analizar, pues el sistema bancario demostró un grado excepcional de robustez y una marcada resistencia a las crisis de liquidez. Las corridas bancarias, en este escenario, se manifestaron como eventos atípicos y de baja probabilidad. En la gran mayoría de las ejecuciones, el banco mantuvo indicadores de salud financiera estables a lo largo del tiempo, validando la eficacia de una política regulatoria prudencial. El mecanismo de estabilidad radica en el significativo colchón de liquidez, pues el banco al poder hacer frente a sus obligaciones en todo momento mantuvo el puntaje de solvencia rara vez descendió a niveles que pudieran generar incertidumbre. Esta estabilidad en la solvencia del banco impidió la erosión inicial de la confianza, que es el catalizador necesario para iniciar el ciclo de retroalimentación positiva del pánico. Al no haber un detonante de desconfianza, el contagio social entre vecinos no encontró un terreno fértil para propagarse. Por lo tanto, el sistema rara vez alcanzó el punto de inflexión donde una cascada de retiros masivos se vuelve inevitable.



Figura 7: Resultados E1: Nivel de Pánico y confianza

En síntesis, este primer escenario demuestra la necesidad que tienen los bancos privados para fijar tasas de encaje elevadas para hacer frente a periodos de incertidumbre y garantizar la estabilidad sistémica, neutralizando la aparición de corridas bancarias dado el fuerte mensaje

de solvencia que se envía a los depositantes, respondiendo a la necesidad de mitigar el efecto de contagio de la crisis financiera de 2008 que es de donde toma la referencia este escenario. La evidencia más clara de un sistema bancario confiable se presenta en la evolución de las preferencias de almacenamiento del dinero de los agentes y en su distribución de acumulación de patrimonio y deuda. (*Savings*) y (*wallet*) en este contexto tienen comportamientos regulares y convergentes, pues en presencia de estabilidad general del sistema, los agentes tienden naturalmente a requerir de dinero en efectivo para actividades cotidianas de consumo y permitir que el banco sea custodio de sus ingresos.



Figura 8: Resultados E1: Preferencias de Almacén

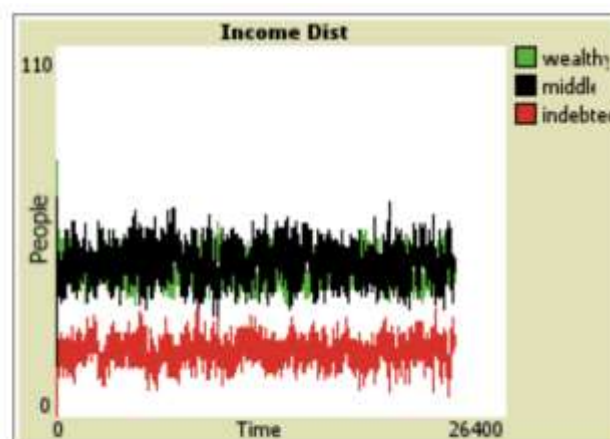


Figura 9: Resultados E1: Distribución de recursos

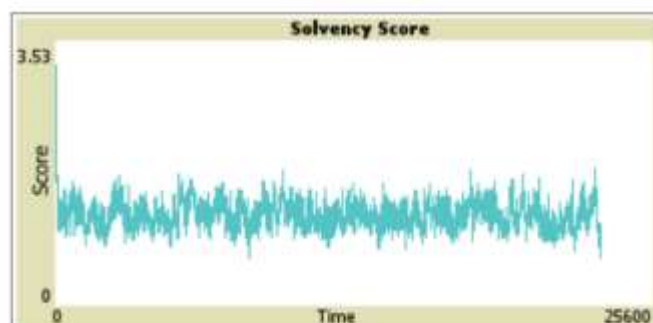


Figura 10: Resultados E1: Puntaje de Solvencia

Escenario disipador

Este escenario se enmarca en un entorno estructuralmente vulnerable, diseñado para representar condiciones históricas en las que el sistema bancario ha demostrado alta susceptibilidad a crisis de liquidez y fallos sistémicos. Este experimento se inspira en antecedentes empíricos clave, como la Gran Depresión de 1929, la crisis financiera global de 2008, y el quiebre del Silicon Valley Bank en 2023. Estos eventos revelan una transición progresiva hacia un sistema cada vez más dependiente de la confianza de los agentes y de factores macroeconómicos estructurales, tales como la sofisticación de los instrumentos financieros, el comportamiento del producto interno bruto, la volatilidad de las tasas de interés y los marcos regulatorios vigentes.

Un patrón común en estos episodios es la existencia de coeficientes de reserva extremadamente bajos. Durante la Gran Depresión, más de 9,000 bancos estadounidenses colapsaron, en su mayoría con ratios de reserva inferiores al 10%. De manera similar, en la crisis de 2008–2009, grandes instituciones financieras como Lehman Brothers operaban con ratios de entre el 2 % y el 4 %. Posteriormente, en respuesta a la emergencia sanitaria de 2020, la Reserva Federal eliminó el requisito de reservas mínimas, como medida para facilitar la expansión crediticia.

En este contexto, el Silicon Valley Bank operaba sin la obligación de mantener reservas en efectivo, lo que evidenció una exposición significativa ante cambios abruptos en el comportamiento de los depositantes. (Krugman, 2009)

Este escenario experimental replica dichas condiciones al asignar un ratio de reserva inferior al 5 %, buscando observar los efectos acumulativos de un entorno altamente apalancado sobre la solvencia bancaria, la dinámica de confianza y la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de pánico social endógeno. Incrementando el nivel de precios en un 30% para simular un entorno inflacionario propio de las crisis económicas.

Los resultados de este escenario fueron contundentes y confirmaron las hipótesis subyacentes, pues, la gran mayoría de las simulaciones culminaron en corridas bancarias y en el colapso del banco. La estabilidad, en estas condiciones, se reveló como un estado inherentemente frágil y transitorio. El mecanismo de fallo sistémico se puede atribuir a la extrema vulnerabilidad estructural impuesta por un requisito de reserva casi inexistente. Con un colchón de liquidez insignificante, el banco carecía de la capacidad para absorber incluso los shocks estocásticos más leves. A diferencia del escenario anterior, donde se requería una erosión gradual de la confianza o un evento significativo para iniciar una crisis, aquí cualquier retiro operativo de tamaño moderado tenía el potencial de agotar las reservas disponibles y empujar el puntaje de solvencia por debajo del umbral de 1.0 de manera instantánea.

Esta fragilidad extrema alteró fundamentalmente la dinámica de la confianza. La señal de insolvencia institucional se volvía tan abrupta y severa que el proceso de contagio social, aunque presente, a menudo era superado por una pérdida de confianza generalizada y racional por parte de los depositantes. Al recibir una señal pública de que el banco era incapaz de cumplir con sus obligaciones, los clientes no necesitaban esperar a que el pánico se propagara por su red, pues, su decisión de retirar los fondos se convertía en la respuesta dominante y

predecible, alterando sus preferencias de almacén de dinero, es decir, se produjo un retiro masivo de los depósitos bancarios.

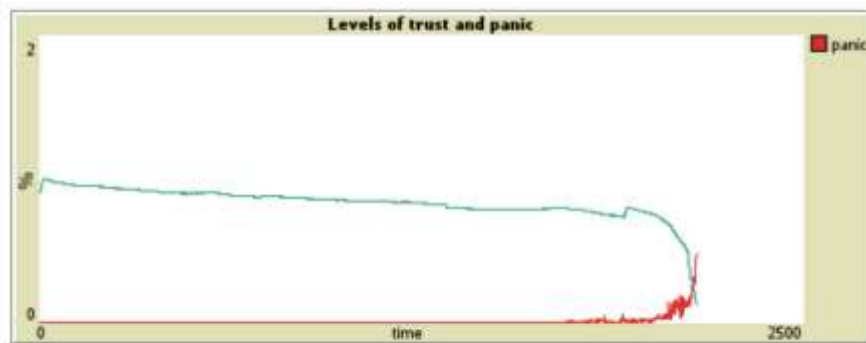


Figura 11: Resultados E2: Nivel de Pánico y confianza

El entorno inflacionario simulado actuó como un catalizador constante, exacerbando la precariedad del banco al incrementar la frecuencia y el volumen de las transacciones y, por ende, de los retiros necesarios para la actividad económica diaria. Cada una de estas transacciones representaba un riesgo existencial para la institución.

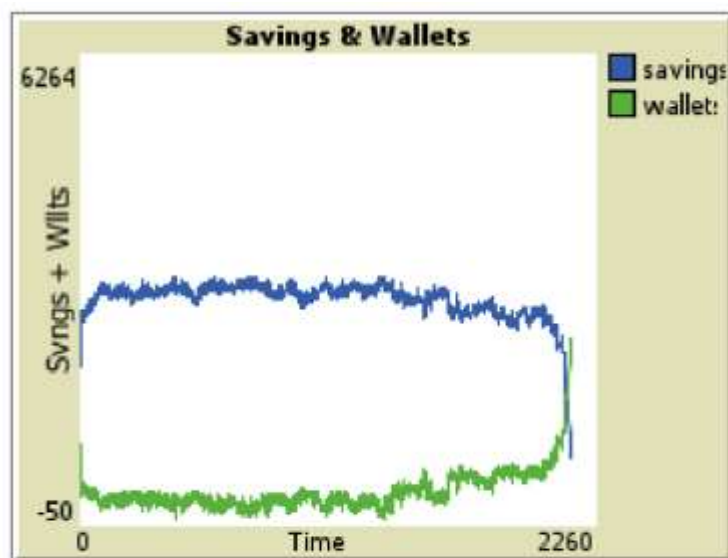


Figura 12: Resultados E2: Preferencias de Almacén

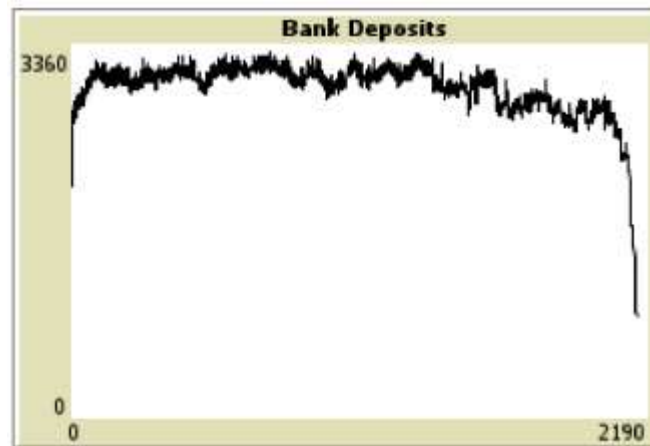


Figura 13: Resultados E2: Nivel de depósitos

En conclusión, este experimento valida cualitativamente la hipótesis de que los sistemas bancarios que operan con un apalancamiento extremo y requisitos de reserva mínimos son inherentemente inestables. El modelo demuestra que, en ausencia de un amortiguador de liquidez adecuado, no se requiere un comportamiento irracional o un pánico coordinado para inducir un colapso, pues la simple interacción de agentes racionales en un entorno volátil es suficiente para precipitar una crisis sistémica de forma casi determinista.

Escenario austero

Este escenario se caracteriza por un entorno de estrés financiero que afecta tanto a los clientes como al banco. En este contexto, adquiere relevancia el principio de “Hold Robust Reserves” propuesto por Moorad Choudhry, el cual destaca que las reservas no deben considerarse únicamente como una exigencia regulatoria, sino como un instrumento esencial para enfrentar la vulnerabilidad a la insolvencia e iliquidez. El mantenimiento de reservas sólidas permite responder a demandas inesperadas de liquidez y preservar la confianza de los clientes, mientras que un adecuado nivel de capital fortalece la capacidad del banco para absorber pérdidas,

mantener su estabilidad y cumplir con su función de promotor de innovación, estabilidad y rentabilidad en el sistema financiero. (2012)

Respondiendo al análisis de bancarización sólido ante un escenarios de alta probabilidad de iliquidez, este experimento aumenta con respecto al anterior escenario a un nivel de capital de 600 unidades monetarias, manteniendo la base de 100 clientes y un nivel de reserva de 10% como respuesta al principio de sostener un ratio mayor al mínimo legal. Por otro lado, para simular un "consumo más feroz" y una mayor volatilidad en las necesidades de liquidez de los agentes, se duplicó la magnitud promedio de las transacciones monetarias entre clientes.

Los resultados revelan una dinámica compleja y matizada. En términos generales, la estabilidad sistémica predominó sobre las corridas bancarias. La elevada capitalización del banco demostró ser un factor determinante para anclar la confianza de los depositantes. Al contar con un colchón de capital sustancial, el banco pudo absorber las fluctuaciones operativas y mantener un puntaje de solvencia elevado. Esta señal de fortaleza institucional previene eficazmente la erosión de la confianza a nivel agregado, neutralizando la aparición de pánicos generalizados y las corridas bancarias impulsadas por el contagio social, que fueron el principal modo de fallo en escenarios con menor capital.

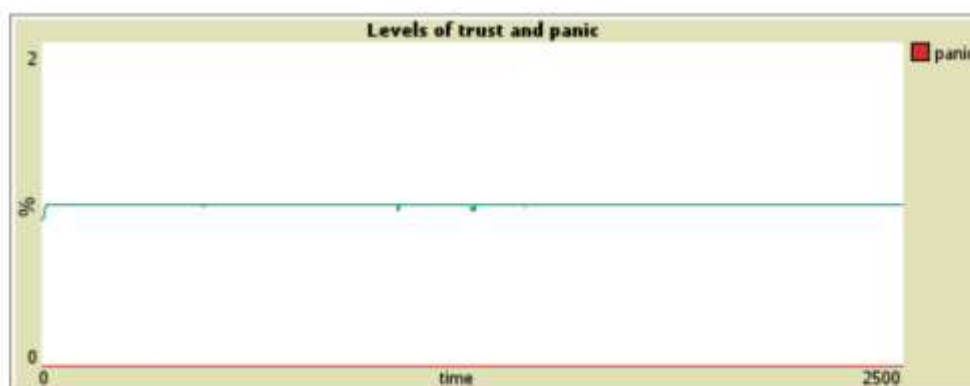


Figura 14: Resultados E3: Nivel de Pánico y confianza

Sin embargo, el hallazgo más significativo de este experimento fue la aparición de crisis de liquidez operativas que no estaban acompañadas de pánico. A pesar de su alta solvencia estructural (respaldada por el capital), el ratio de reserva del 10% implicaba que el banco operaba con un margen de liquidez inmediata relativamente estrecho. El entorno de "consumo feroz" provocó que los clientes necesitan con mayor frecuencia realizar retiros de sus ahorros o solicitar pequeños préstamos para gestionar los flujos de su (*wallet*). Aunque estas no eran acciones impulsadas por el pánico, su frecuencia y magnitud bastaban para presionar las reservas del banco.

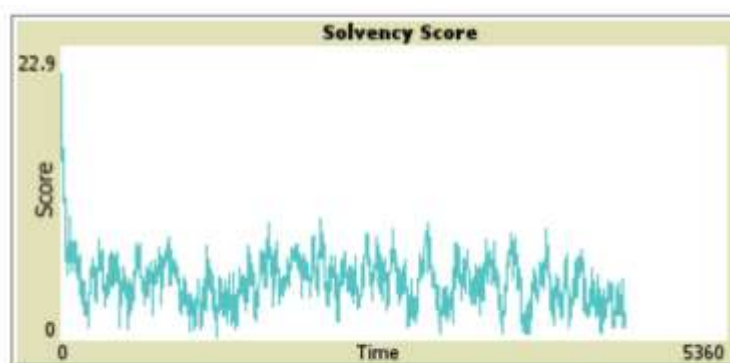


Figura 15: Resultados E3: Solvency Score

Se observó que incluso un conjunto de retiros operativos mínimos pero coincidentes podía agotar temporalmente los préstamos disponibles o empujar las reservas por debajo del umbral requerido, causando una caída técnica y abrupta en el puntaje de solvencia. Este "estrés de liquidez" no era una corrida bancaria en el sentido clásico, pues no se originaba en la desconfianza, sino en la incapacidad estructural del banco para satisfacer la demanda de liquidez del día a día en un entorno volátil. Este fenómeno es observable en la evolución de los depósitos, porque si bien el banco recibe un flujo constante, sus reservas llegan a 0 provocando la insolvencia

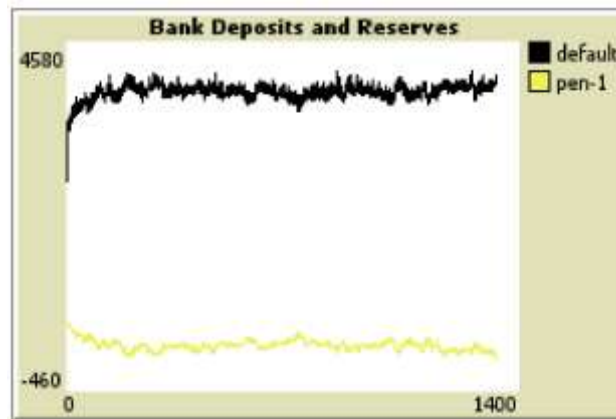


Figura 16: Resultados E3: Depósitos vs Reservas

En conclusión, este experimento disocia dos conceptos clave de la estabilidad bancaria. Demuestra que una alta capitalización es sumamente efectiva para prevenir las crisis de confianza y los colapsos sistémicos impulsados por el pánico. No obstante, no garantiza por sí misma la inmunidad frente al estrés de liquidez operativo, cuya gestión depende más directamente del ratio de reservas y de la capacidad del banco para manejar los flujos de caja diarios.

Conclusiones

Los resultados principales de este modelo de simulación basada en agentes exponen un recorrido natural de la confianza como determinante en la estabilidad del sistema bancario bajo el esquema de reserva fraccionaria, desde la perspectiva micro fundamentada. En presencia de parámetros técnicos como el nivel de precios o el capital inicial del banco, la percepción de los agentes sobre la solidez de la institución financiera puede desencadenar dinámicas no previstas, como las corridas bancarias. Estos hallazgos se alinean con modelos clásicos como el de Diamond y Dybvig (1983), donde la fragilidad bancaria es endógena y los depósitos en

conjunto con la transformación de vencimientos convierten a los bancos en instituciones susceptibles a retiros masivos motivados por las expectativas racionales. De forma paralela Mishkin (2001) sostiene que el colapso de la confianza en las instituciones financieras actúa como canal de transmisión de crisis, por lo que resulta fundamental analizar los movimientos que conducen a las crisis.

La confianza en entornos financieros forma parte estructural en la construcción de expectativas racionales, porque construye un conjunto de estrategias y comportamientos. (Guiso et al., 2008)

Se ha demostrado que en entornos de tomas de decisión donde el uso del dinero está involucrado, la confianza como conclusión de la información receptada por los agentes afecta directamente a la decisión final de participación en el mercado. los agentes utilizan toda la información disponible de manera óptima, en la práctica la confianza actúa como un sesgo subjetivo que puede modificar esas expectativas, dificultando la formación de creencias racionales completas.

El diseño experimental de la simulación basada en agentes es relevante, pues, permite observar cómo esta confianza se construye socialmente, influenciada tanto por la solvencia objetiva del banco como por el comportamiento de los pares. A medida que algunos clientes reaccionan con pánico, el contagio racional puede superar las medidas prudenciales formales. En este contexto, las reservas dejan de ser un simple cumplimiento regulatorio como señala Choudhry (2011) y se convierten en un instrumento activo de legitimidad y credibilidad institucional.

En conclusión, esta investigación es relevante porque ofrece una aproximación computacional novedosa al estudio de la estabilidad financiera, integrando elementos microeconómicos como la confianza, el comportamiento individual y la interacción social en un entorno de reservas fraccionarias. A través del uso de simulación basada en agentes, se logra observar cómo

decisiones descentralizadas de los depositantes, motivadas por la percepción de riesgo, pueden desencadenar dinámicas sistémicas como corridas bancarias y quiebras, incluso cuando los fundamentos económicos son estables. El modelo permite experimentar con distintos escenarios de reservas, niveles de capital y mecanismos de contagio emocional, generando evidencia exploratoria valiosa para evaluar la eficacia de políticas prudenciales. En un contexto donde los modelos tradicionales muchas veces asumen un equilibrio estático y expectativas racionales, esta investigación contribuye a comprender la naturaleza endógena de las crisis financieras y resalta la importancia de políticas que fortalezcan la confianza colectiva como pilar central de la estabilidad bancaria.

Por tanto, la estabilidad financiera no puede entenderse sólo desde variables contables. Requiere una gestión integral que combine liquidez, capital y transparencia, con políticas que refuercen las expectativas de seguridad y continuidad por parte del público. Esta investigación, al incorporar comportamientos adaptativos en condiciones de incertidumbre, aporta una mirada dinámica sobre cómo las crisis pueden emerger no sólo por problemas estructurales, sino también por fallas en la confianza colectiva, permitiendo el diseño de decisiones preventivas.

Referencias bibliográficas

- Araya, F. (2020). Modelación basada en agentes: *Revista de Ingeniería de Construcción*, 35(2), 111-118. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000200111>
- Baron, M., Verner, E., & Xiong, W. (2020). *Banking Crises without Panics*. <https://doi.org/10.3386/w26908>
- BBC News Mundo. (2023, 14 marzo). *Por qué colapsó el Silicon Valley Bank y qué significa el rescate a sus depositantes* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=FjKeQiwJ5v4>
- Choudhry, M. (2012). *The Principles of Banking*. <https://doi.org/10.1002/9781118826799>
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank runs, deposit insurance, and liquidity. *Journal Of Political Economy*, 91(3), 401-419. <https://doi.org/10.1086/261155>
- Fels, R., Friedman, M., & Schwartz, A. J. (1964). A Monetary History of the United States, 1867-1960. *Southern Economic Journal*, 31(1), 72. <https://doi.org/10.2307/1055374>
- Fuller, E. W. (2024). *La banca del 100% y sus defensores: una breve historia*. Mises Institute. <https://mises.org/es/mises-wire/la-banca-del-100-y-sus-defensores-una-breve-historia>
- Guiso, L., Sapienza, P., & Zingales, L. (2008). Trusting the Stock Market. *The Journal Of Finance*, 63(6), 2557-2600. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01408.x>
- Krugman, P. R. (2009). The return of depression economics and the crisis of 2008. *Choice Reviews Online*, 46(09), 46-5137. <https://doi.org/10.5860/choice.46-5137>
- Mingarelli, L. (2022). Schelling 's Model of Racial Segregation - TDS Archive - Medium. *Medium*. <https://medium.com/data-science/schellings-model-of-racial-segregation-4852fad06c13>
- Mishkin, F. S. (1986). *The Economics of Money, Banking and Financial Markets*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA13949914>
- Monett, D., & Navarro-Barrientos, J. E. (2016). Simulating the Fractional Reserve Banking using Agent-based Modelling with NetLogo. *Annals Of Computer Science and Information Systems*, 8, 1467-1470. <https://doi.org/10.15439/2016f373>
- Montoro, C., & Moreno, R. (2011). Los requerimientos de encaje como instrumento de política en América Latina. *Bank For International Settlements*. https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1103g_es.pdf
- Pérez-González, B., Torres-Pruñonosa, J., García, M. L. M., & Martínez, R. G. (s. f.). *¿Cuánto confiamos en nuestro banco? La inteligencia artificial lo predice*. The Conversation. <https://theconversation.com/cuanto-confiamos-en-nuestro-banco-la-inteligencia-artificial-lo-predice-229578>

Wilensky, U. (1998). Bank reserves model. *NetLogo Modeling Commons*.
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/BankReserves>.

ANEXO A: FUNCIONAMIENTO DEL AGENTE

FUNCIONAMIENTO DEL AGENTE



ANEXO B: FUNCIONAMIENTO DEL BANCO

FUNCIONAMIENTO DEL BANCO



ANEXO C: TABLA DE RESULTADOS

Tabla de Resultados							
	Simulaciones	ticks	Agentes	Reserve-ratio	Bank-run?	Trust promedio	Solvency-Score Promedio
E1	100	5000	100	0,22	4	0,85	1,39
E2	100	5000	100	0,02	72	0,4	0,98
E3	100	5000	100	0,1	26	0,7	1,09