



Universidad de
San Andrés

Te pintaron pajaritos en el aire:

Efectos de un esquema Ponzi bajo
diferentes estructuras sociales

Profesores:

- Daniel Heymann
- Roberto Perazzo
- Martin G. Zimmermann

Alumnos: Bruno Filomía, Maximiliano Fariña y Nicolás Ortiz Freuler

I. Introducción

A lo largo de la historia económica y financiera, los esquemas Ponzi se han ido multiplicando, complejizando y adaptando en su discurso - y ciertamente su magnitud -. A su vez debido al avance de internet y el surgimiento del dinero digital y las criptomonedas estos esquemas cada vez se expanden a una mayor velocidad y son más difíciles de detectar y controlar por las autoridades. A raíz de esta dificultad es que diferentes aproximaciones se han realizado intentando explicar qué condiciones favorecen la formación de esquemas Ponzi, su expansión y finalmente la corrida y fin del esquema.

Si bien hay registros de esquemas piramidales que datan del siglo 19, el “esquema Ponzi” – tal como es popularmente conocido – debe su nombre a Carlos Ponzi: un inmigrante italiano que operaba como traductor para una pequeña empresa de las afueras de Boston alrededor de 1920. Es allí donde Ponzi descubre una oportunidad de negocio – arbitraje – mediante cupones postales de respuesta internacional ante la diferencia de precio entre Europa pos Primera Guerra y Estados Unidos. Esta oportunidad de negocio es la que Ponzi propone a sus inversores garantizando un retorno del 50% en tres meses¹, cuando los bancos ofrecían una tasa anual promedio del 5%² en la época. Frente a un escenario escéptico, Ponzi cumplió con su ambiciosa promesa pagándole a sus acreedores la tasa prometida junto a la inversión principal, lo que derivó en un aumento en el interés del público por invertir en su proyecto. El esquema creció hasta el punto en el cual la única esperanza de Carlos Ponzi era mantener el engaño y tratar de encontrar un plan de salida, como señala Mitchell Zuckoff (2004). Eventualmente, una investigación periodística por parte del Boston Post es la que destapa la realidad del negocio de Ponzi y expone el esquema con el que recaudó más de 8 millones de dólares por parte de cerca de 30 mil inversores en tan sólo siete meses. La dimensión y notoriedad de este caso llevó a que se convierta en el término genérico para casos de financiación no sustentables en el tiempo, donde el pago de las tasas de interés resulta mayor al cash-flow de las operaciones (Minsky, 1992).

Uno de los esquemas más rimbombantes en los últimos tiempos fue el que sacudió al mundo el 11 de diciembre del año 2008 cuando Bernard L. Madoff fue arrestado por cometer fraude asociado a fondos de inversión para luego ser condenado por operar un esquema Ponzi sobre más de 50 mil millones de dólares americanos. El arresto de quien supo ser el presidente del NASDAQ entre 1990 y 1993 se consolidó como una de las mayores estafas en la historia de la humanidad y, a su vez, enciende diversos interrogantes: ¿cómo es que Madoff logró mantener durante casi 20 años el fraude funcionando? ¿Qué hace que un esquema Ponzi fracase? ¿Acaso hay ambientes y condiciones que estimulen el

¹ Mitchell Zuckoff (2004). “Ponzi’s Scheme: The true Story of a Financial Legend”

² <https://newworldeconomics.com/the-federal-reserve-in-the-1920s-2-interest-rates/> (última vez consultado el 12/12/2018).

desarrollo de esquemas Ponzi? ¿Se puede prevenir la formación de este tipo de estafa?

Otro ejemplo más reciente es el de First Nationle Solution LLC, United RL Capital Services y Percipience Global Corp. detectado por la Comisión de Valores de Estados Unidos en junio del 2018. Estas empresas solicitaban fondos para invertir en sus empresas prometiendo rendimientos de dos dígitos. Sin embargo, con estos fondos no se realizó ninguna inversión: una parte se utilizó para pagarle a algunos inversores y el resto fue utilizado para enriquecerse. Así estafaron a más de 600 inversores por un total de más de USD 100 millones.

Los sistema Ponzi como se observa, se fueron replicando y adoptando diversas formas causando un importante perjuicio monetario a una gran cantidad de personas. Tal es la dimensión del problema que la Comisión de Valores de Estados Unidos tiene una sección en su página web en donde se advierte sobre el funcionamiento de estos esquemas, brinda información para poder detectarlos y establece una línea para denunciar o hacer consultas sobre casos particulares³. Entre el 2009 y el 2014 este organismo detectó más de 50 esquemas Ponzi funcionando solo dentro de Estados Unidos⁴.

El presente trabajo de investigación propone un modelo que busca comprender aspectos fundamentales que inciden en la formación, diseminación, impacto y quiebre de los esquemas Ponzi. A los efectos de alcanzar el objetivo previamente enunciado el trabajo estará compuesto por tres (III) secciones. La primer sección ahondará en la literatura que estudia el fenómeno Ponzi y sus determinantes en sus distintas etapas. Luego, la segunda sección introducirá el modelo trabajado junto a sus principales resultados. Finalmente, en la tercer sección, irá a proponer posibles políticas públicas tendientes a mitigar el daño causado por los esquemas Ponzi junto con extensiones al presente modelo.

B. Disecando un esquema Ponzi

A. Características esenciales del fenómeno

Los esquemas de financiación no sustentables, en forma casi uniforme, presentan tres aspectos que los caracteriza: la promesa de una tasa de retorno a la inversión por encima de la media del mercado, la sustentación de confianza en los inversores mediante el pago inicial y, finalmente, una necesidad creciente de nuevos inversores. Cada una de estas cualidades, la forma en la que se manifiestan e inciden dentro de los esquemas Ponzi han sido objeto de investigación por parte de la literatura.

³Disponible en: <https://www.sec.gov/fast-answers/answersPonzihtm.html>

⁴El listado esta dipsonible en: <https://www.sec.gov/spotlight/enf-actions-Ponzi.shtml>

B. Tasas de retorno sobre la media

Kindelberger y Aliber en su libro: *Manias, Panics and Crashes: A history of financial crises* señalan que los esquemas Ponzi parten de la promesa de pago de tasas de interés en torno al 30, 40 o incluso 50 por ciento mensual bajo el pretexto de contar con una fórmula novedosa y secreta que justifica dicho retorno. Dentro de estos esquemas, la tasa de interés elevada es la luz brillante para las moscas que, atraídas por la oportunidad, pierden noción del riesgo de esa fascinación y lanzan hacia la luz. Este aspecto se encuentra en oposición a la hipótesis de los mercados eficientes presentada por E. Fama (1970). De acuerdo con Fama, en promedio, en un mercado eficiente la competencia conlleva a que el pleno efecto de nueva información se vea reflejado de forma instantánea en el precio de los activos. De allí que, obtener un beneficio sumamente por encima de la tasa de retorno promedio del mercado no sólo resulta difícil, sino que además insostenible en el tiempo. Los inversores en un esquema Ponzi, por consiguiente, perciben la luz - tasa de interés - y no el calor - riesgo de la inversión -.

La proliferación en el tiempo de estos esquemas con una participación cada vez mayor de la población indica que las personas, por lo menos bajo ciertas circunstancias, no muestran un comportamiento que concuerde con las expectativas racionales. Este comportamiento financiero errático, en donde la racionalidad del agente se ve ennegrecida por la expectativa de retornos elevados ha sido uno de los objetos de estudio de Robert Shiller (2003). Dicho autor propone el concepto de finanzas del comportamiento – *behavioral finance* -, que estudia el sistema financiero desde una perspectiva más amplia, incluyendo la psicología y sociología para hacer frente e intentar ofrecer una explicación a las variaciones observadas en el comportamiento. En línea con esta perspectiva, el efecto de la tasa de interés en el comportamiento de los agentes se puede analizar a partir del sesgo cognitivo y de auto-atribución como enseñan Daniel, Hirshleifer y Subramanyam (1998). Estos sesgos, acompañados por un exceso de confianza, conllevan a que ciertos agentes – al momento de tomar decisiones financieras – tiendan a considerar que están por encima del conocimiento de la media del mercado, justifiquen/retro-alimenten sus observaciones y actúen en consecuencia. Cuando los eventos no confirman sus supuestos, los autores señalan que los agentes tienden a culpar a la suerte o la existencia de una suerte de sabotaje.

Por lo tanto, la utilización de tasas con retornos insostenibles como atractivo en los esquemas Ponzi, buscan cautivar a aquellos agentes más propensos al riesgo quienes, atraídos por la oportunidad que creen haber descubierto, acaban por dejar de lado el análisis racional de la propuesta y terminan cautivos de una promesa financieramente insostenible.

C. Legitimación del esquema

Generar confianza por parte de potenciales participantes de un esquema Ponzi es fundamental en vista de la necesidad creciente de fondos que se requieren para mantener el sistema - como se verá luego -. Existen diversas formas mediante las cuales un esquema Ponzi logra que el público pierda sus suspicacias en relación con la propuesta.

Una dinámica comúnmente observada en los esquemas consiste en el pago del principal junto con el interés a los primeros inversores. De esta manera, se utiliza a dichos inversores como casos testigos o de éxito que, al crear un feedback positivo, validan la propuesta dando confianza a los potenciales nuevos inversores. En este sentido se expresa Bhattacharya (2003) quien señala que la importancia recae en que, además de generar confianza en los potenciales inversores, el pago inicial reduce – e incluso anula para futuros inversores – los costos de promoción del esquema en vista del efecto “bola de nieve” que un registro exitoso de pago genera.

Otra forma mediante la cual los esquemas logran generar confianza en los inversores consiste en la construcción de una imagen y sensación de aprobación por entidades estatales. Un caso notorio en este sentido fue el ocurrido recientemente en China bajo la App de préstamos personales Euzebo - denunciada por defraudar a los acreedores en más de 7.6 billones de dólares. Como señalan Albrecht et al. (2017) buena parte del éxito del esquema consistió en la apariencia e imagen de profesionalismo y validez construida por los organizadores del Ponzi. Como señalan los autores, el detalle en la imagen iba desde la vestimenta de las recepcionistas - todas utilizaban ropa de marca tales como Louis Vitton, Gucci o Chanel - hasta la publicidad del sistema en transportes públicos, aviones, y televisión lo que generaba la sensación - según Albrecht et al. - de una aprobación por parte del gobierno Chino para con la propuesta de Euzebo.

Por lo tanto, obtener la legitimación y confianza por parte del público a través de diferentes medios es una acción fundamental para el desarrollo de un esquema Ponzi.

D. Necesidad continua de nuevos inversores

La capacidad de pago de un esquema Ponzi es analizada por Marc Artzrouni (2009) quien estudia el comportamiento de diferentes fondos de inversión. El autor, mediante un modelo de ecuaciones diferenciales de primer orden, estudia la dinámica de ingresos exponenciales y egresos de capital fijos en fondos de inversión observando su tendencia en el mediano y largo plazo. con el objetivo de comprender cuál es comportamiento y sensibilidad a cambios en los mismos al comprometerse con tasas de interés que superan los flujos financieros operativos. Sus resultados muestran que la posibilidad de pago a inversores – bajo la

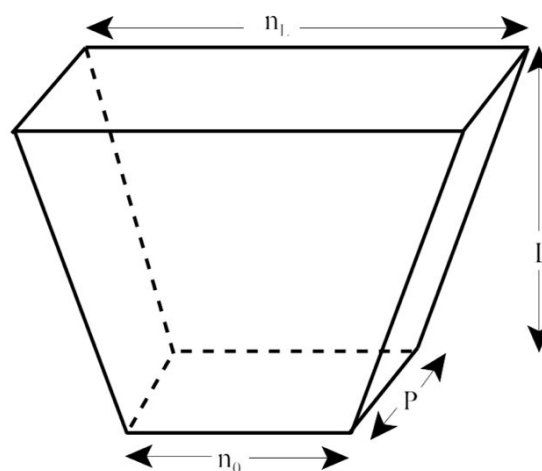
conocida expresión “*robbing Peter to pay Paul*”⁵ – logra sostenerse en la medida en que la densidad de las extracciones en un determinado período no supere el flujo de inyección de capital.

Partiendo del punto anterior, cuando un esquema Ponzi no logra atraer la cantidad suficiente de inversores para sostener el flujo de extracciones, entra en crisis y colapsa. Como consecuencia de ello, la masa de individuos que participó en el esquema hasta ese momento queda dividida en ganadores y perdedores, según hayan llegado a cobrar o no después de invertir. Este resultado es el que estudian Gastwirth y Bhattacharya (1984) donde mediante dos modelos diseñados para defraudar a los inversores – carta de dinero y esquema piramidal de cuotas -analizan la distribución entre ganadores y perdedores. De acuerdo a su estudio, del grupo de inversores que ingresó al esquema cuando el mismo no había alcanzado el 10% de su dimensión, en promedio, sólo el 6% obtuvo grandes beneficios mientras que más del 50% no recibió pago alguno. Estos resultados se mantienen en forma consistente en ambos formatos de fraude a los inversores.

E. Parámetros relevantes en la dinámica del esquema

La duración de un esquema Ponzi, como consecuencia de la tercera característica analizada, está directamente relacionada con la proporción de la población que decide ingresar al esquema. La cantidad de inversores entrantes al sistema viene a sostener los egresos comprometidos con inversores ya incorporados, como puede apreciarse del gráfico elaborado por Bhattacharya (2003):

Figura 1: Esquema Ponzi Clásico



En el gráfico n_0 es la masa de ciudadanos contactados inicialmente, P el precio para ingresar al esquema, L el número de rondas que dura el sistema y n_i la cantidad de contactos que se realizan en la ronda i .

⁵ Expresión común para describir en pocas palabras cómo funcionan los esquemas Ponzi. La traducción de la expresión sería: robándole a Pedro para pagarle a Pablo.

A raíz de esto es que la comunicación y difusión de los esquemas Ponzi cumple una función esencial. En su trabajo, "*Ponzi scheme diffusion in complex networks*", Zhu et al. (2017), mediante una distribución *power law* y *high average degree*, concluyen que una difusión rápida es fundamental a los efectos de contener el peso de una tasa de interés elevada y mejorar los resultados financieros para los operadores del esquema. Por otro lado, estudiando la difusión de esquemas Ponzi mediante redes homogéneas y no homogéneas observan análogamente que, cuanto más rápida es la difusión más velozmente se alcanzará el límite de población accesible. Por ende, también resultará más rápida la finalización del esquema, como señalan al hacer referencia al *zero-crossing of flux function*. De esta manera, observan que, alcanzado cierto grado de difusión, ningún agente racionalmente debiera invertir puesto que, con una probabilidad alta, terminará perdiendo el monto invertido.

En contraposición a las observaciones de Zhu et al. se encuentra la doctrina "*too big to fail*" – aplicada en diversas situaciones a lo largo de la historia –. En síntesis, dicha doctrina sostiene a que, cuándo el número de personas afectadas alcanza cierto límite, el Estado acabará interviniendo y realizando una redistribución para mitigar el potencial daño. En consecuencia, la doctrina "*too big to fail*" acaba por generar una ventana de oportunidad para que los agentes continúen con incentivos a participar, incluso reconociendo que están frente a la última ronda del esquema, puesto que el riesgo de perder se reduce ostensiblemente.

Un ejemplo de la implementación de la doctrina "*too big to fail*" se dio en Rusia con el caso MMM: un esquema promovido por Sergei Mavrodi que reclutó más de 5 millones de rusos bajo la promesa de retornos anuales en torno al 2000% - convirtiendo a Mavrodi en la sexta fortuna rusa-. Al colapsar el esquema, Mavrodi prometió el rescate de MMM si era electo al *duma* ruso, algo que termina ocurriendo y permitió que Mavrodi evite ser procesado penalmente. Una situación similar se dio en Albania 1997, donde Kademi, Driza y Xhaferi, con la promesa de retornos del 100% sobre los títulos vendidos lograron convencer a casi la mitad de la población conllevando a un ingreso similar al PBI de Albania. El colapso del esquema derivó en manifestaciones y el reconocimiento estatal de una responsabilidad moral y promesa de reponer los daños sufridos bajo el esquema.

Por consiguiente, el impacto de un potencial salvataje por parte del estado en los esquemas Ponzi es estudiado por Bhattacharya (2003) quien muestra que a partir de una masa crítica de población afectada, existe una probabilidad de que haya un rescate por parte del gobierno. Ante estas circunstancias, concluye el autor que se genera un riesgo moral puro por parte de los agentes quienes, entendiendo que se encuentran frente a un esquema Ponzi, deciden de todas formas ingresar dado que internalizan en el proceso de decisiones la redistribución de la riqueza por parte del gobierno al fallar el esquema. De allí que el autor sugiere que una solución simple consiste en eliminar toda posibilidad de implementar un salvataje por parte del Estado.

F. Contacto y difusión de los esquemas

Otro aspecto que resulta determinante en la duración y participación en los esquemas Ponzi es el público objetivo consiste en la posibilidad de contactarse y conectarse con potenciales participantes de un esquema. Con la desarrollo de nuevas tecnologías, principalmente en el área de comunicación, las herramientas de difusión son mayores. En este sentido, las criptomonedas cumplen un rol facilitador en la ejecución de un esquema Ponzi al simplificar el proceso de transferencia de dinero junto al agregado de ocultar la identidad del perpetrador del esquema. Como observan Vasek y Moore (2017) quienes mediante el estudio de 11424 foros en *bitcointalks.org* logran identificar 1780 esquemas – o intento de ellos –. Similarmente, Bartoletti et al. (2017) realizan estudian los “contratos inteligentes” operando sobre la base de Ethereum⁶ en la cual revisan los códigos y pagos dentro tales contratos para detectar formatos de esquema Ponzi, como por ejemplo el que se observa en la figura 2.

Figura 2: Esquema Flor de la Abundancia

```
1  contract HandoverPonzi {          11  function() {
2  address owner;                    12      if (msg.value < price) throw;
3  address public user;              13      user.send(msg.value * 9 / 10);
4  uint public                        14      user = msg.address;
5      price = 100 finney;           15      price = price * 3 / 2;
6                                     16  }
7  function HandoverPonzi() {        17
8      owner = msg.sender;           18  function sweepCommission(uint amount) {
9      user = msg.sender;            19      if (msg.sender == owner) owner.send(amount);
10 }                                  20  }}
```

Los autores, a partir de su investigación, concluyen que la existencia y viralización de nuevas herramientas tecnológicas operan como facilitadores en la organización y ejecución de esquemas Ponzi, en parte por la sensación de confianza que nuevas herramientas tales como blockchain, criptomonedas y contratos inteligentes ofrecen.

A modo de resumen, el fraude a los inversores bajo falsas – o imposibles – promesas, es un concepto que existe desde hace ya muchos años y, con el correr del tiempo, se ha adaptado a cada una de las contingencias sociales y tecnológicas a efectos de permanecer como una opción atractiva para aquellos inversores osados, especuladores y en gran medida susceptibles a la trama de los esquema Ponzi.

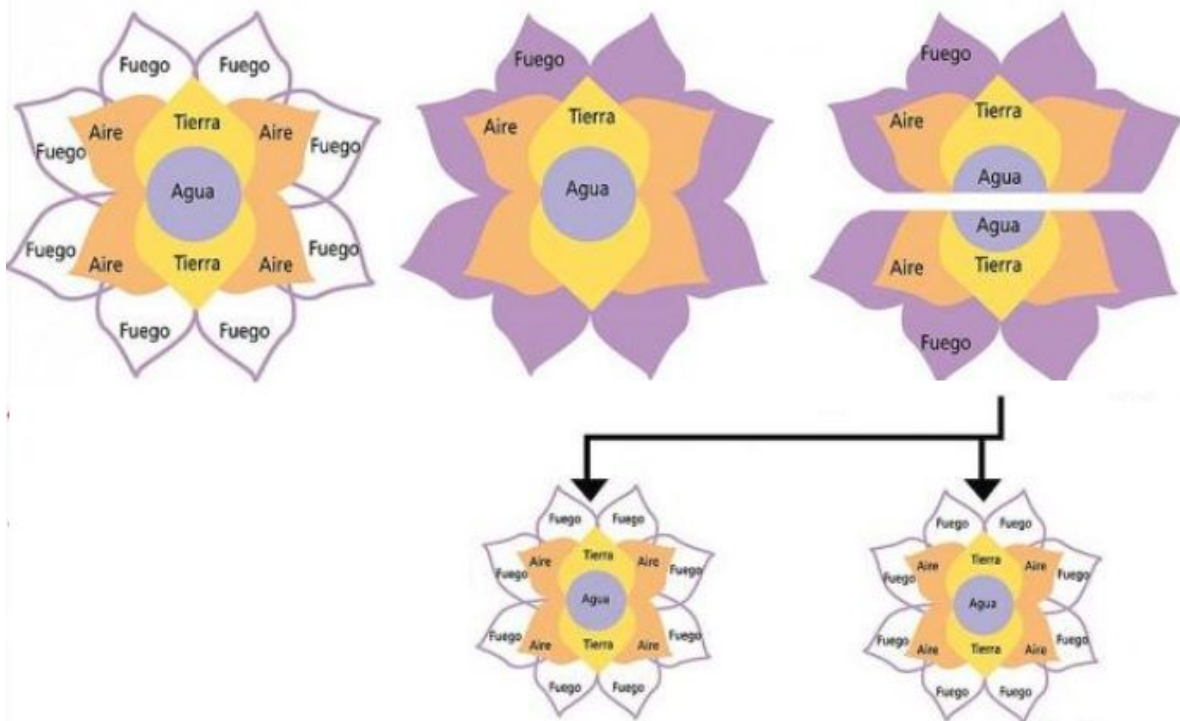
⁶ Ethereum es un sistema virtual descentralizado que puede ejecutar programas – llamados contratos – escritos en código byte Turing completo. Todos los contratos quedan registrados en el sistema en forma permanente.

III. Diseñando un Ponzi

A partir de la disección de todos los elementos que componen y afectan la dinámica de un esquema Ponzi, es que procedimos a diseñar un esquema propio con el objetivo de entender el impacto que tiene la modificación de diferentes variables en el comportamiento del esquema y su proliferación además de echar luz sobre el efecto que los esquemas Ponzi pueden tener sobre las estructuras sociales.

A los efectos de llevar adelante dicho análisis, mediante el programa *Matlab* construimos un esquema Ponzi piramidal bajo el formato de una “flor de la abundancia”. La flor de la abundancia es un esquema sencillo en el cual existe un líder – centro de la flor – quien debe encontrar dos conexiones que suscriban a su propuesta. Para poder suscribirse a este esquema se les pide que realicen una transferencia – por ejemplo de \$4.000 – hacia la punta de la pirámide y logren que otras dos personas ingresen al sistema a cambio de la promesa de recibir ocho veces el capital invertido (\$32.000). Luego, como se observa en el gráfico, estas conexiones repiten el procedimiento, construyéndose así la flor.

Figura 3: Difusión en un esquema de Flor de la Abundancia



Fuente: Telam

Cuando este proceso se repite 3 veces se conforma la flor con un centro y 3 niveles. En ese momento el centro de la flor ya junto ocho veces el capital invertido y se retira del esquema, la estructura se divide en dos y todos suben un nivel.

Como se muestra en el esquema, la flor se continúa dividiendo y las personas siguen cobrando lo prometido a medida que ingresen nuevas personas al esquema. Este sistema no genera ningún valor agregado por lo tanto para que una persona obtenga lo prometido es necesario que ingresen y aporten 8 personas nuevas. Es decir, el sistema se replica hasta que dejan de ingresar personas. En ese momento la flor fracasa y las personas pierden lo invertido.

A. Modelo de autómeta celular

Para poder modelar estos comportamientos nos basamos en la literatura de autómetas celulares. Este enfoque se centra en modelos esquemáticos donde prima la interacción por sobre el comportamiento racional. Como ya hemos mencionado, los esquema Ponzi no respetan necesariamente un comportamiento racional pero si están muy relacionados con las interacciones sociales.

Estos modelos fue creados por Von Neumann con el objetivo de emular a los tejidos vivos. Sin embargo, es posible percibir una estrecha correspondencia con las interacciones sociales, donde cada individuo reacciona a la información provista por las actitudes y acciones de los agentes con quienes se encuentra en contacto (Heymann, et al., 2011). Este es un aspecto fundamental de los esquema ponzi, en donde su difusión y supervivencia depende de la redes sociales de los individuos que participan en el esquema. En este caso las conexiones entre células pueden también entenderse como las relaciones funcionales que se establecen entre las personas que ingresan al esquema. El éxito de esta persona depende del estado de los integrantes del esquema, si uno de los integrantes de su esquema falla, todo el sistema fracasa.

Basándonos en esta literatura, vamos a construir un modelo donde los individuos, los autómetas celulares, tienen un comportamiento individual que responde a leyes sencillas pero que generan variados y complicados comportamientos "grupales" debido a la interacción social (Heymann, et al., 2011).

De esta manera vamos a realizar simulaciones con el objetivo de comprender el funcionamiento de estos esquemas, encontrar patrones y establecer el efecto que pueden tener los esquemas Ponzi en la distribución de la riqueza de una población.

Para diseñar el modelo se replicamos un conjunto de características de la estructura social argentina para asimilarlo a un sociedad real. De allí que en el modelo - que cuenta con k individuos autómetas - se le asignó a cada individuo

un ingreso inicial de forma aleatoria siguiendo una distribución normal⁷. En base a esta distribución se establecieron tres clases sociales:

- *Clase baja*: compuesta por todas las personas que integran el primer cuartil de ingreso.
- *Clase media*: compuesta por todas las personas que integran el segundo y tercer cuartil de ingreso.
- *Clase alta*: compuesta por todas las personas del cuarto cuartil de ingreso.

Asimismo, también se definió una línea de pobreza equivalente al valor que divide el primer y el segundo cuartil de ingreso en la situación de partida, con el objetivo de poder medir cómo se ve afectada esta variable por el fenómeno de la flor de la abundancia .

A partir de la distribución del ingreso y utilizando datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) elaborada por el INDEC, a los autómatas se les asignó a su vez un nivel educativo, en base a las siguientes categorías:

- Primario o secundario incompleto
- Secundario completo
- Universitario completo

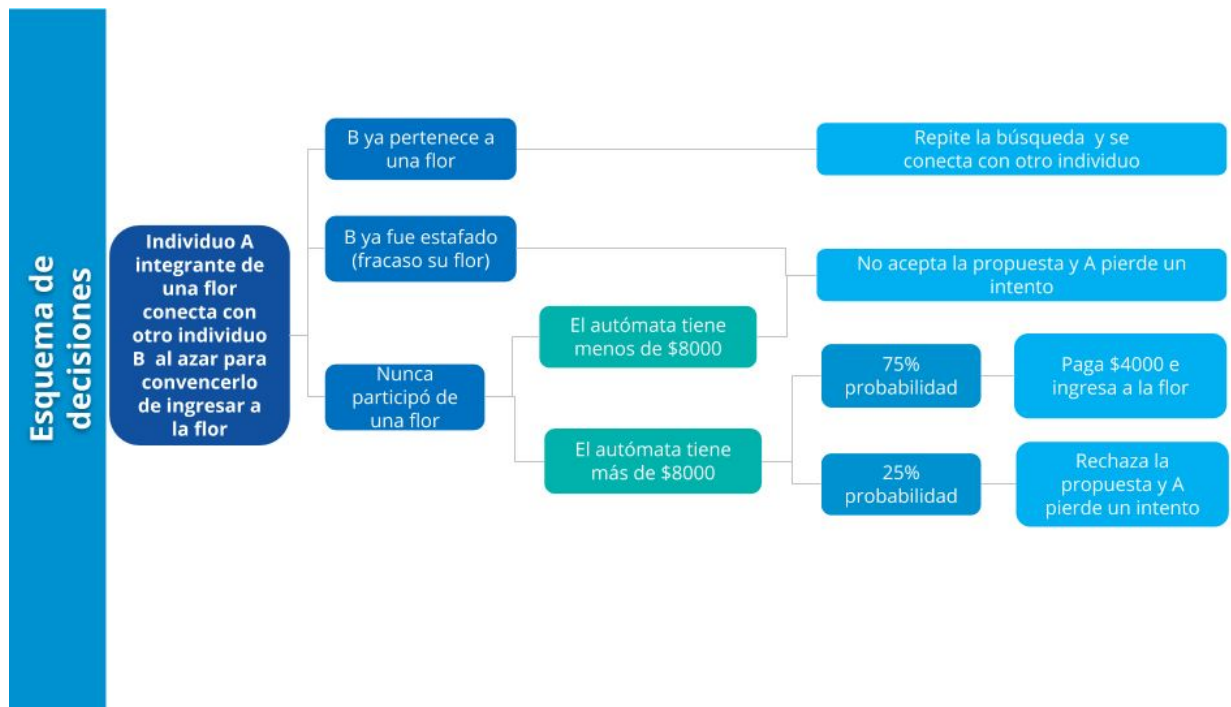
A partir de los datos de la EPH se estableció cuál era la probabilidad de tener un determinado nivel educativo según el nivel de ingreso. Por ejemplo, sólo el 10% de las personas que se encuentra entre el 25% más pobre de la población argentina posee estudios universitarios completos. En cambio, el 40% de las personas que se encuentran en el 25% superior de la escala de ingresos tiene título universitario. Por lo tanto, respetando la distribución educativa señalada por la EPH, se le asignó a cada individuo del modelo en forma aleatoria un nivel educativo replicando de esta manera la estructura social del país.

B. Dinámica del modelo

En el modelo se seleccionan inicialmente cinco autómatas al azar para que los mismos representen la cabeza de cinco de flores distintas. Por ser los fundadores - iniciadores - del esquema dichos agentes no realizan ningún aporte monetario para ingresar.

⁷ En esta asignación de ingreso, a modo de simplificación, tomamos como referencia el ingreso medio mensual de la EPH. Las estimaciones del impacto en indicadores sociales pueden depender parcialmente de los montos relativos entre ingreso medio e inversión en el esquema. Sin embargo, la dinámica debería del fenómeno debería ser indistinta.

Figura 4: Esquema de decisiones del autómata



Para poder obtener una ganancia los fundadores de las flores tienen que conseguir que ingresen al esquema dos personas para que la flor se vaya expandiendo. Si lo logran, estas dos personas también tendrán que lograr que otras dos personas se sumen al esquema, como explicamos en la sección anterior.

En la dinámica de expansión de la flor - tal como se detalla en la figura 2 - los individuos que ocupan el último nivel de una flor buscarán otro autómata al azar en cada ronda. Si el individuo seleccionado ya es parte del esquema Ponzi se repite el procedimiento hasta encontrar a otro que no forme parte de una flor. En cambio, si el individuo no pertenece a una flor, va a recibir una propuesta para incorporarse.

En el supuesto que la persona que recibe el ofrecimiento tenga menos de \$8.000, se rechaza la la propuesta ya que ingresar al esquema implicaría invertir más del 50% de su dinero, decisión que - en consideración del riesgo - representaría un outlier en el proceder común de las personas. En cambio, si la persona posee más de \$8.000, acepta la propuesta con una probabilidad del 50%.

Si acepta, el agente transfiere \$4.000 al individuo que se encuentra en el centro de la flor y pasará a operar en la flor en búsqueda de dos personas a partir de la siguiente ronda. En caso de rechazar la propuesta, el agente que lo contactó pasará a sumar en su registro un intento fallido. Este procedimiento de búsqueda se repite todas las rondas.

Cada persona tiene un círculo o red social, por lo cual, el número de personas a las que puede contactar con el objetivo de convencerlas para que inviertan en el

esquema es finito. Por lo tanto, a efectos de representar este aspecto, cada jugador cuenta con un máximo de 10 intentos fallidos para conseguir que dos individuos ingresen al esquema Ponzi. Si luego de los 10 intentos no logra que dos individuos ingresen a al esquema, toda la flor a la que pertenece fracasa ya que la flor no se puede seguir expandiendo y los participantes no pueden recuperar su inversión inicial⁸.

Una vez que el individuo que encabeza una flor acumula \$32.000 de los 8 inversores ingresantes en el 4to nivel de la flor, se retira llevándose dicho capital. En ese momento la flor se divide y los dos inversores del nivel 2 pasan a encabezar dos nuevas flores tal como se muestra en el gráfico 3. De este modo se perpetúa el esquema.

Siguiendo el mecanismo descrito, a medida que avanzan las rondas se crearán y destruirán flores dando como resultado una dinámica de expansión o contracción del esquema ponzi general. Nuestro objetivo es analizar dicha dinámica y los parámetros que resultan claves para definirla.

IV. Resultados

A. Análisis de parámetros

Como ya mencionamos, hay una importante cantidad de variables que afectan el comportamiento del esquema Ponzi. Entre ellas podemos destacar:

- El número de personas que habitan en la ciudad o país por el cual se expande la flor.
- El tamaño de la red social de cada individuo.
- La probabilidad promedio de convencer a una persona de ingresar al esquema.

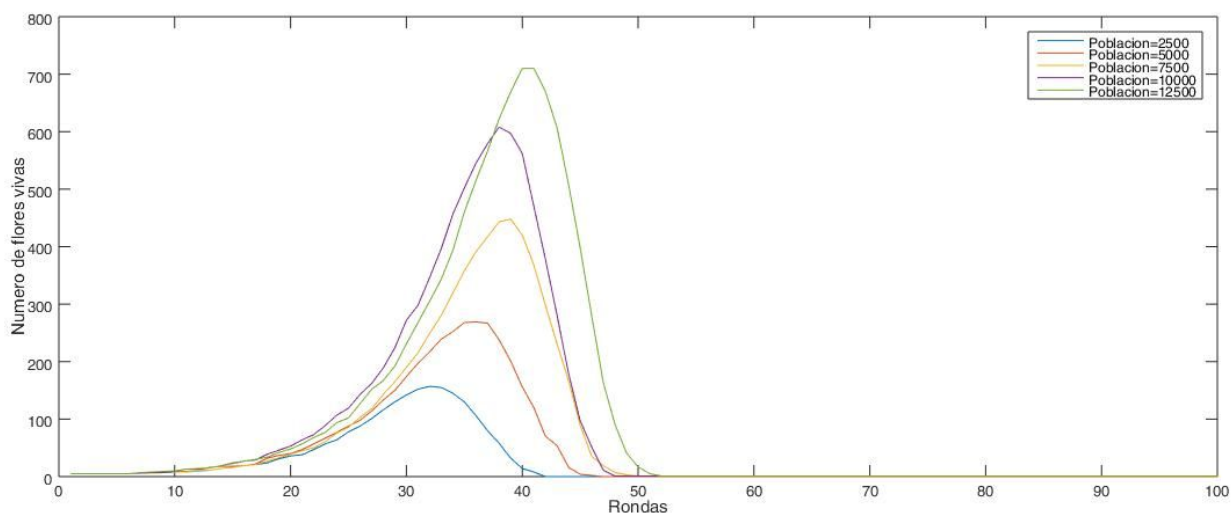
Antes de analizar los efectos de un esquema piramidal en la estructura social y el la desigualdad decidimos identificar el efecto de estas variables en el comportamiento del esquema.

En primer lugar analizamos el efecto del tamaño de la población en la duración y expansión de la flor. Se corrió el modelo para una población de 2.500 hasta una población de 12.500 personas. Como se observa debajo en el gráfico 4, el hecho de que la población expuesta sea mayor, afecta más fuertemente la cantidad de flores que llegan a formarse que la duración del esquema.

⁸ Podría suceder que aunque uno de los inversores no logre contactar a nuevos ingresantes, quien encabeza a flor ya haya acumulado un capital mayor al que arriesgó para ingresar. Sin embargo, asumimos que toda la flor fracasa para simplificar el esquema siguiendo el supuesto de que todos los integrantes de la flor están informados sobre su avance y por ende pierden la confianza e interrumpen el esquema cuando descubren que uno de ellos fracasa.

Esto implica que la velocidad de expansión aumenta con el tamaño poblacional, lo cual es lógico dada la dinámica exponencial que caracteriza a estos esquemas. En una población más grande, el colapso del sistema tarda más en llegar dado que es menos probable encontrarse con inversores que fracasaron. Por ende el esquema llega a más personas y al hacerlo, aumenta su velocidad de expansión. Esto a su vez, lleva a que el momento del colapso sea más brusco porque la población disponible se agote más rápidamente.

Gráfico 1: Número de flores vivas para diferentes cantidad de población



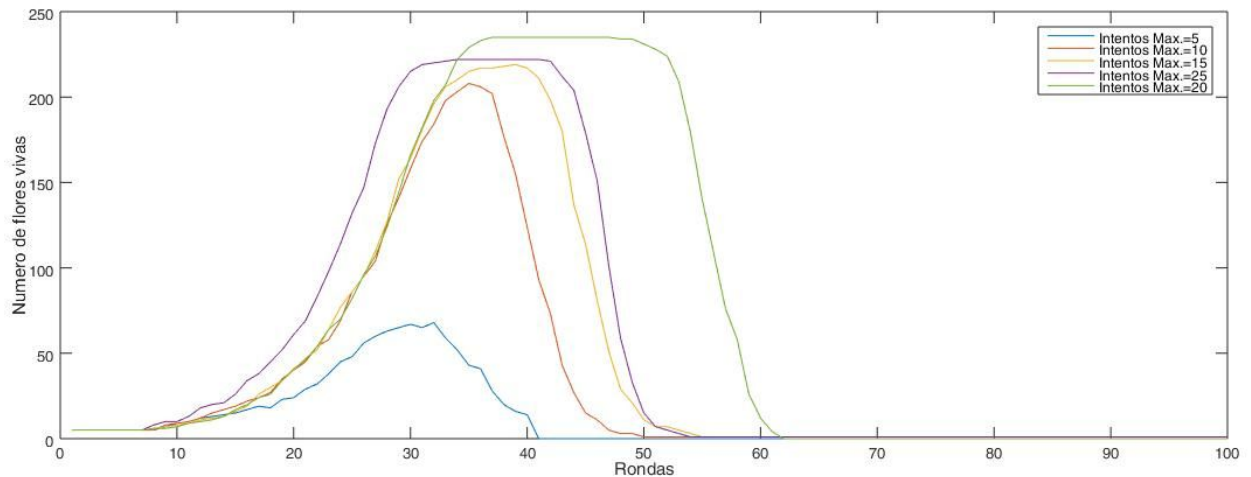
En segundo lugar, analizamos el efecto del tamaño de la red social de cada individuo. Para analizar este punto nos enfocamos en la cantidad de intentos fallidos que se le permiten a los individuos antes de declarar el colapso de la flor. Un mayor número de intentos fallidos se podría interpretar como un individuo con una red social amplia que le permite una mayor probabilidad de conseguir que dos personas ingresen al esquema.

Al ejecutar el modelo se observa un efecto contrario al del caso anterior. No se observa un efecto muy fuerte sobre la cantidad de flores que se forman pero si se encuentra un efecto relevante en el tiempo que dura el esquema Ponzi sin colapsar. Como se observa en el gráfico 5 - ver debajo -, cuando el autómatas posee 5 intentos fallidos el sistema colapsa en la ronda 40. En cambio, cuando posee 25 intentos fallidos el sistema colapsa en la ronda 60. Por otro lado, puede verse que en los esquemas con mayor cantidad de intentos posibles se produce un efecto de meseta. Esto sucede porque los inversores en búsqueda de nuevos ingresantes ya no logran conexiones exitosas, dado que se ha agotado la población disponible, pero como todavía tienen intentos para aprovechar, las flores tardan en darse por fracasadas.

Este es un elemento que puede explicar porque los esquemas Ponzi tienen una mayor duración en la actualidad. El acceso a internet ha aumentado el alcance y la red social de todas las personas. Mediante plataformas como Facebook o

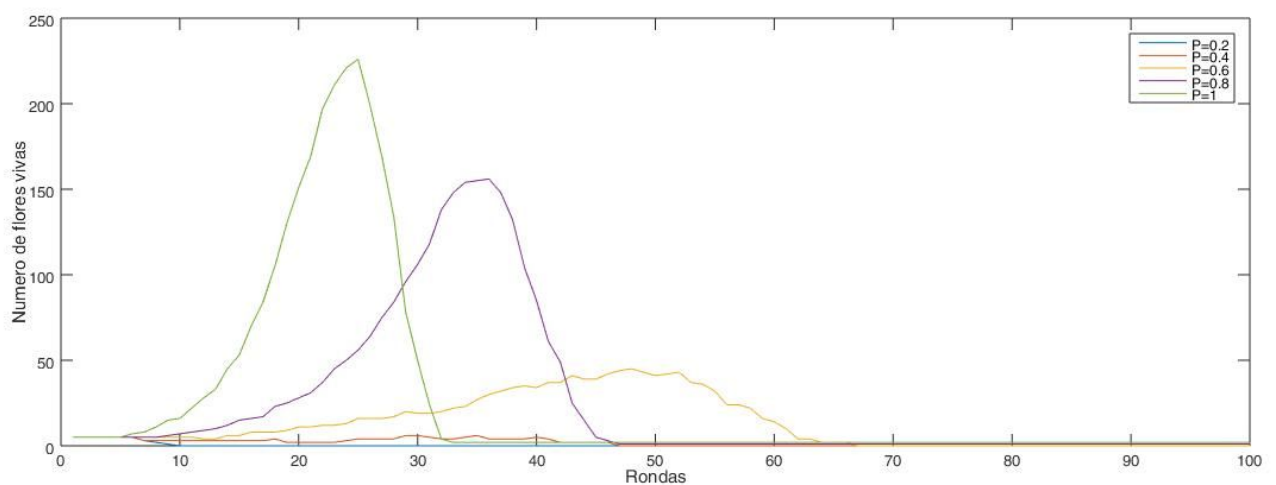
Instagram se pueden enviar cientos de invitaciones y ofertas a una gran cantidad de contactos en poco tiempo.

Gráfico 2: Número de flores vivas para diferentes cantidad de intentos por persona.



Por último, nos concentramos en cómo afecta al desempeño del esquema Ponzi la probabilidad de que una persona acepte ingresar a la flor. Como se observa en el gráfico 5, este es el parámetro más relevante ya que afecta tanto a la cantidad de flores como a la duración del esquema. Si le asignamos a los individuos una probabilidad promedio de 40% de convencer a la otra persona para que ingrese a la flor, el esquema nunca se expande y se forman muy pocas flores. En cambio, al aumentar la probabilidad a un 80% se observa la formación de una gran cantidad de flores, ya que una parte importante de la población decide entrar al esquema. Esto a su vez genera un colapso más rápido del sistema puesto que la población disponible se agota más velozmente.

Gráfico 3: Número de flores vivas para diferentes probabilidades de conexión



B. Efectos sociales del esquema

a. Modelo base

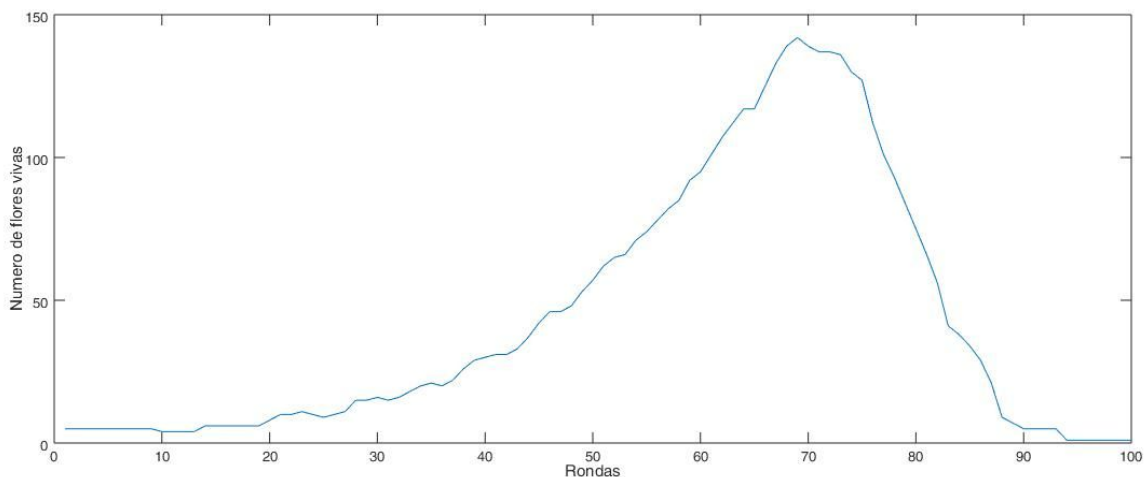
En base a los resultados de la sección anterior, fijamos los tres parámetros analizados en valores promedio para enfocarnos solamente en los efectos de un esquema Ponzi sobre la desigualdad, pobreza e ingreso de la población. Los valores elegidos para los parámetros son los siguientes:

- Población: 5000.
- Intentos máximos:10.
- Probabilidad de que un individuo entre a la flor: 50%.

A su vez, fijamos la cantidad de rondas en 100 ya que, como se demostró en la sección anterior, el esquema colapsa bajo estos parámetros siempre antes de alcanzar dicho límite.

Al ejecutar el código con los valores mencionados se observa que la cantidad de flores aumenta exponencialmente hasta alcanzar las 150. Luego, al no encontrar más personas que se sumen al esquema, el Ponzi colapsa alrededor de la ronda 95.

Gráfico 4: Cantidad de flores vivas por ronda (modelo base)

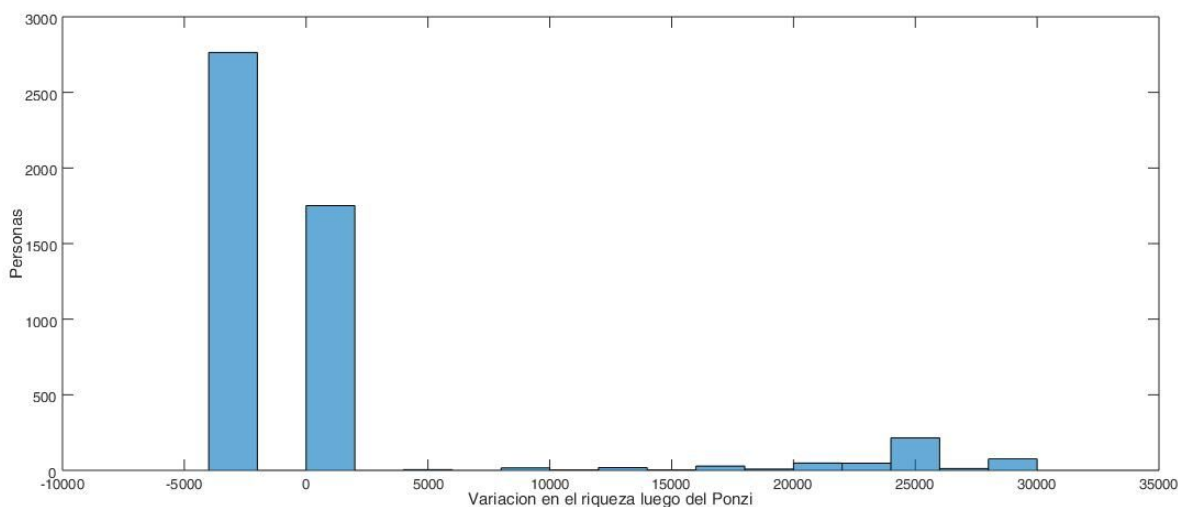


El colapso genera que una gran cantidad de flores fracasen y, por lo tanto, que sus participantes pierdan su inversión inicial. Bajo esta simulación, casi el 65% de la población se vio afectada por el esquema. Sin embargo, la distribución de ganadores y perdedores no es pareja.

Como muestra el histograma, más del 85% de los participantes terminará perdiendo su inversión inicial al finalizar la simulación. En cambio, los ganadores no superan el 10% de la población aunque en su mayoría obtuvieron ganancias

por más de \$25000. Esto demuestra la insostenibilidad de estos esquemas que no generan ningún valor agregado sino que utilizan el dinero de los ingresantes para abonarles a los que ya estaban participando.

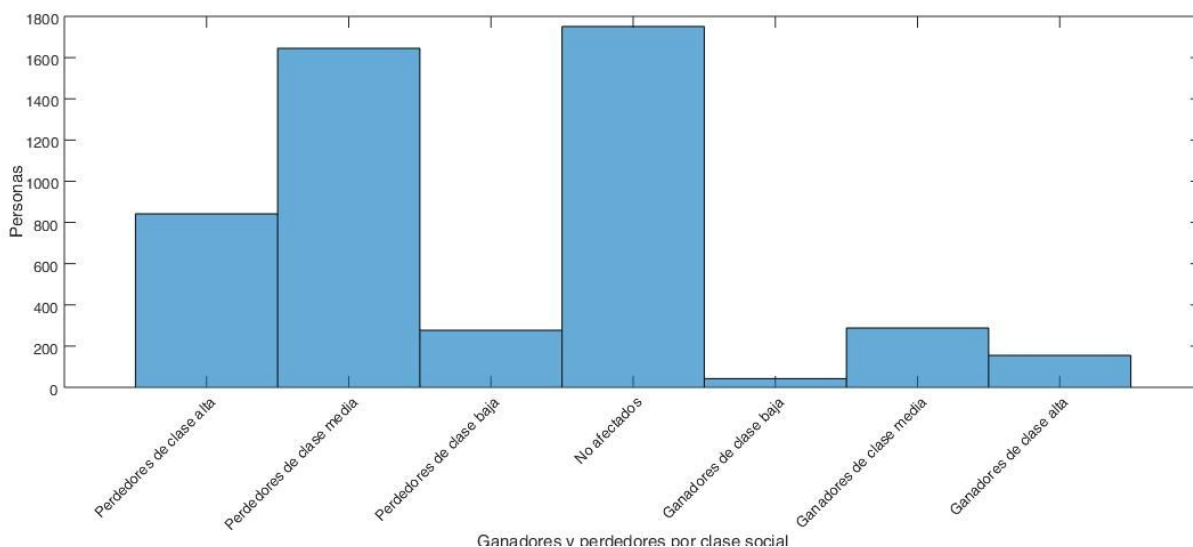
Gráfico 5: Histograma de la variación del ingreso post-colapso (modelo base)



Al realizar el mismo análisis por clases sociales, se observa que más del 65% de la clase media y alta termina perjudicada por el esquema, donde los “ganadores” en tales clases sociales no superan el 15%. Uno de los mayores impactos que se pudo observar consiste en aumento de la pobreza por individuos afectados en la clase media, llevando a que la pobreza generalizada dentro del modelo pase de un 25% al 32,1%

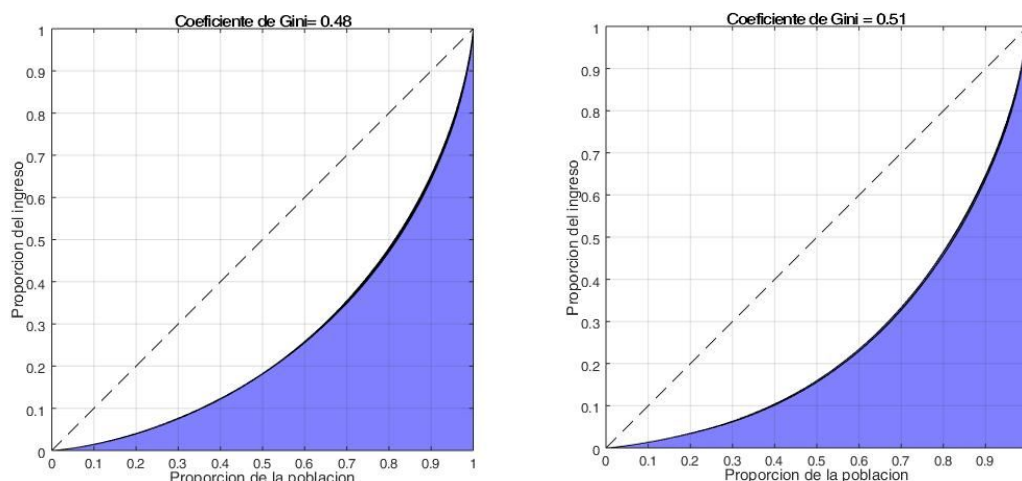
La clase baja, por su parte, resultó la menos perjudicada en el modelo dónde sólo el 25% participa y pierde la inversión inicial. Este hecho se debe a que un alto porcentaje de las personas que integran esta clase social no cuentan con los ingresos suficientes para realizar la inversión inicial requerida por el modelo.

Gráfico 6: Histograma de ganadores y perdedores por clase social (modelo base)



En los esquemas donde una gran cantidad de participantes pierden y muy pocos ganan un importante cantidad de dinero el efecto no sólo genera un aumento en la pobreza sino que también tiene implicancias al aumentar la desigualdad. Con el objetivo de verificar este punto, utilizamos como proxy del nivel de desigualdad el coeficiente de gini. Antes de ejecutar el código, el coeficiente de gini era de 0,485. Luego del colapso del esquema Ponzi, este coeficiente aumentó 0,026 hasta alcanzar los 0,511 lo que representa una gran variación. Para dimensionar la importancia de este aumento podemos tomar el caso de Argentina en el 2001. Desde 1999 hasta el 2002, Argentina sufrió un aumento del coeficiente de gini de 0,04⁹ como consecuencia de enfrentar una de las crisis políticas y económicas más importantes de su historia.

Gráfico 7: Cambio en el coeficiente de gini



⁹ Utilizando datos del Banco Mundial

Consecuentemente, es posible resaltar las importantes consecuencias que pueden generar estos esquemas en el entramado social de una población. No sólo generan un aumento de la pobreza - ante el importante número de personas que pierden su inversión - sino que además generan un salto en el nivel de desigualdad ya que el dinero recaudado lo recibe un puñado de individuos.

b. Variantes: la importancia de la educación y la empatía social.

En el modelo desarrollado en la sección anterior, cualquier persona tenía la misma probabilidad de ingresar al esquema Ponzi. Esto, sin embargo, resulta un supuesto bastante alejado de la realidad y que puede afectar la capacidad predictiva del modelo sobre los efectos que genera el esquema en la sociedad. Por consiguiente, decidimos testear dos hipótesis que consisten en que la probabilidad de que una persona acepte ingresar e invertir en estos esquemas en gran medida depende de su nivel educativo y el hecho de que quién invita a la persona a participar del esquema pertenezca a la misma clase social. En los siguientes apartados vamos a ejecutar dos alternativas del modelo original para incorporar estos factores y ver cómo impactan en los resultados.

i. Educación

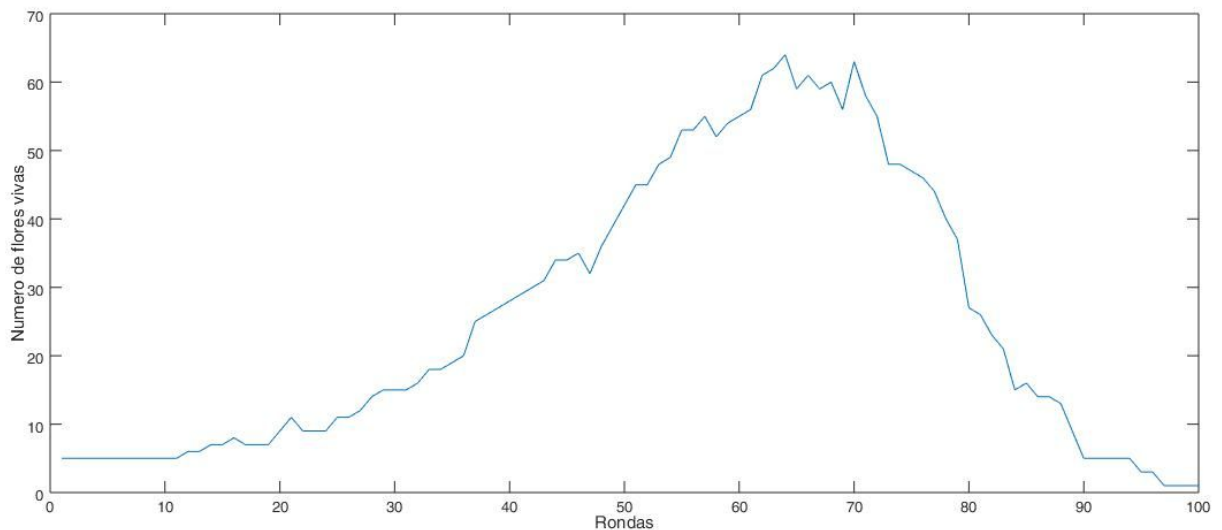
Si bien los esquemas Ponzi toman formas cada vez más complejas, creemos que la educación podría ser un factor importante para aplacar sus efectos y expansión. Un mayor nivel educativo puede estar asociado a un mayor conocimiento sobre finanzas, inversiones y proyectos, además de contar - potencialmente - con mayor facilidad de asesoramiento en el asunto. A partir de ello, vamos a suponer que mientras mayor es el nivel educativo del individuo menor es la probabilidad de entrar en la flor. Con las adaptaciones al modelo que el supuesto implica, el código se volverá a ejecutar y contrastar sus resultados contra aquellos del modelo inicial.

A efectos de implementar este supuesto, a la población con nivel universitario se le fijó una probabilidad muy baja de entrar al esquema Ponzi, mientras que a la población con secundario incompleto se le fijó una probabilidad muy alta de entrar al Ponzi. Con el objeto de que los resultados sean comparables con el modelo original, se fijaron probabilidades que - en promedio - generan que un individuo al azar tenga una probabilidad del 50% de ingresar a la flor. Las probabilidades utilizadas se detallan a continuación:

- Probabilidad para un individuo con universitario completo = 5%
- Probabilidad para un individuo con secundario completo = 47%
- Probabilidad (primario o secundario incompleto)= 90%
- Probabilidad promedio= 50%

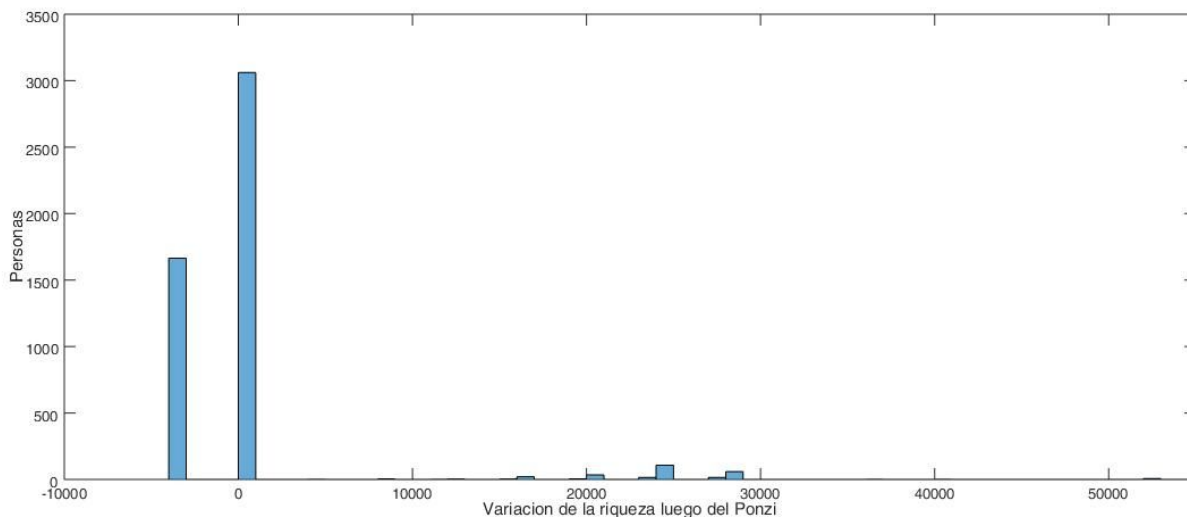
Como mencionamos arriba, tomamos como referencia la distribución socio-educativa de la Argentina y replicamos la relación y proporción de personas que pertenecen a cada nivel educativo dentro de cada decil de ingreso, para poder medir con una mayor precisión los efectos de estos esquemas en el entramado social.

Gráfico 8: Cantidad de flores vivas por ronda



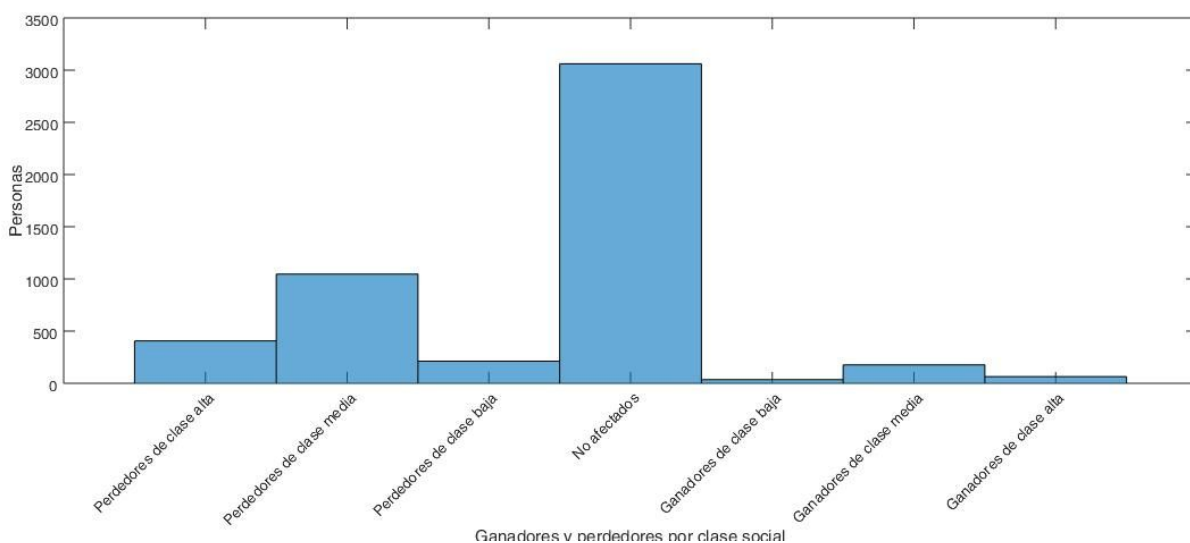
Lo primero que se observa es que el máximo número de flores que se forman es un 40% menor (145 a 65) a pesar que la probabilidad ex-ante de ingresar a una flor es la misma. Esto se puede justificar por el hecho de que en el modelo original, los más afectados eran la clase media y alta: precisamente las clases sociales que poseen un mayor nivel educativo en promedio. En cambio, la probabilidad de ingreso de las clases bajas frente a esta nueva variante aumenta ostensiblemente, aunque en buena medida la inversi[on no se termina efectivizando frente al límite de ingresos mínimos fijados.

Gráfico 9: Histograma de la variación del ingreso post-colapso (modelo con educación)



En vista de que existe un menor número de flores, el impacto y la cantidad de afectados también correlativamente también disminuye. En esta variante del modelo, menos del 40% de la población se vio afectada por el esquema, lo que representa 25 puntos porcentuales menos que en el modelo original. Asimismo, también se observa una leve diferencia en la proporción de ganadores y perdedores, donde en este caso, aumenta la proporción de participantes que resultan “perdedores” del esquema. Más del 85% de las personas que entran a la flor terminan perdiendo la inversión inicial mientras que los ganadores se reducen en apenas 5% de la población total.

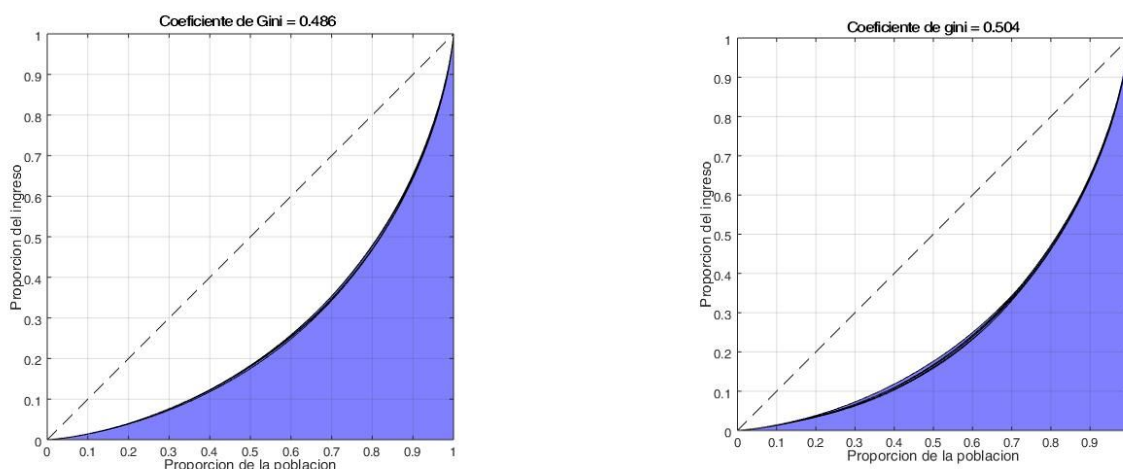
Gráfico 10: Histograma de ganadores y perdedores por clase social.



Al comparar los resultados por nivel educativo se observa que, a diferencia de lo que sucedía en el modelo original, una menor proporción de la clase alta es

afectada ya que poseen un mayor nivel educativo, por construcción. La proporción de afectados en la clase baja es pequeña, a pesar del bajo nivel educativo que se les asignó, ya que muchos no superan el ingreso mínimo que definimos como condición para ingresar.

Gráfico 11: Cambio en el coeficiente de gini



Por último, al comparar el coeficiente de gini antes y después del esquema Ponzi se observa un aumento de la desigualdad de 0,018: un efecto mucho menor que el obtenido en el modelo original. Además, también se observa un nivel de pobreza casi 2 puntos porcentuales menor al obtenido al modelo original (32,1% contra 30,3%).

Por lo tanto, con los ajustes realizados es posible observar cómo la educación funciona como un atenuante en el impacto social causado por los esquemas Ponzi. Si asumimos que la relación a nivel individual entre educación y probabilidad de ingreso al esquema es correcta, las conclusiones de esta variante son relevantes. Mientras mayor es el nivel educativo, menor resulta la probabilidad de que un esquema de estas características se expanda, una conclusión importante en lo que hace a potenciales políticas de prevención de estos fenómenos.

ii. Empatía social

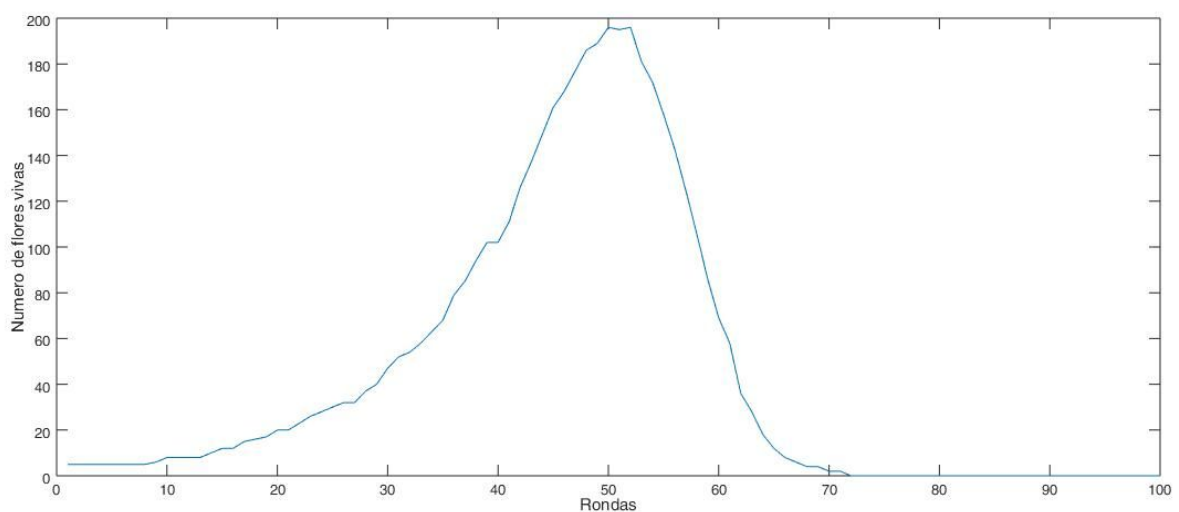
En esquemas que requieren de una importante inversión inicial, la confianza con la persona que lo ofrece es un aspecto fundamental. En los esquemas Ponzi, es común que los integrantes del esquema busquen, en primer lugar, convencer de participar en el esquema a familiares, amigos o conocidos: individuos de su círculo íntimo. Por ende, consideramos que la cercanía de quién invita al Ponzi tiene una incidencia relevante a la hora de comprender la formación, evolución e impacto de un esquema Ponzi en la sociedad.

Para modelar esto utilizamos el concepto de empatía social en el cual, la probabilidad de que una persona ingrese a la flor, va a resultar en gran medida dependiente de si la persona que ofrece la inversión pertenece a la misma clase social. De allí que las probabilidades fijadas son:

- Probabilidad si pertenecen a la misma clase social =0,75
- Probabilidad si están a una clase social de distancia =0,38
- Probabilidad si uno es de clase alta y el otro de clase baja=0,1
- Probabilidad promedio ex ante=0,5

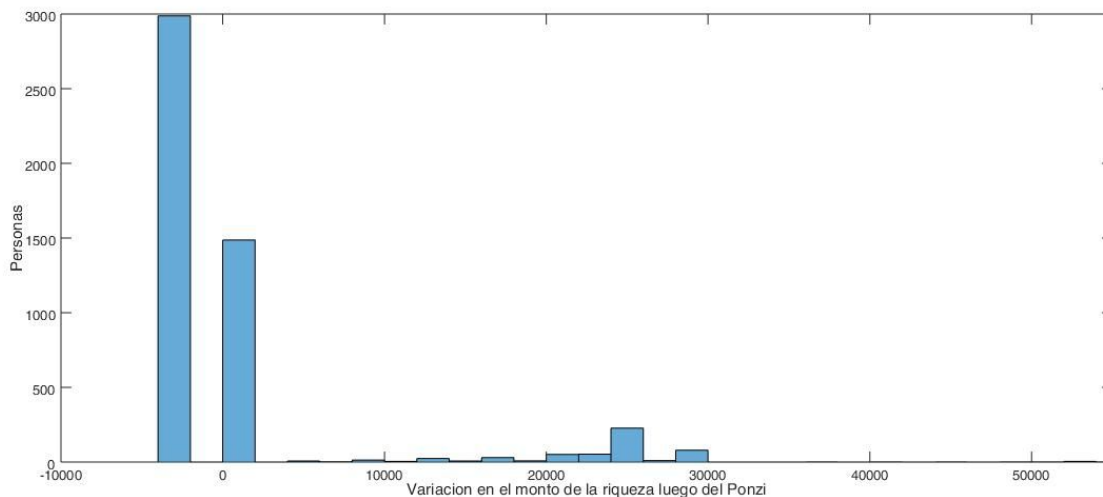
A diferencia de lo que sucedía con el modelo de educación, en este caso el máximo número de flores que se forman no se atenúa sino que se amplifica. Bajo este esquema, en la ronda 50, se alcanzan las 200 flores vivas, lo cual se traduce a que un 70% de la población ingresó en el esquema.

Gráfico 12: Cantidad de flores vivas por ronda



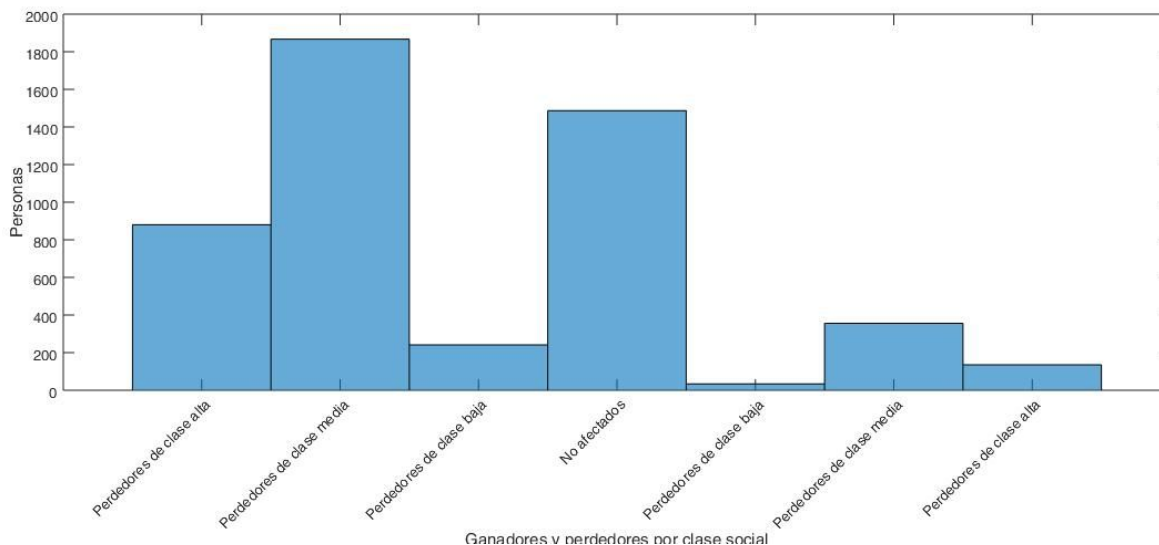
Como se observa en el histograma, a pesar del aumento en la cantidad de flores vivas, los efectos sociales y la cantidad de perdedores no fueron mayores a los obtenidos en el modelo original. De todos los participantes que ingresaron al esquema casi el 85% acabó perdiendo su inversión inicial cuando el Ponzi colapso. Un porcentaje similar a lo que sucede en el modelo original. Por esto, los resultados en los niveles de pobreza y cambios en el índice de gini obtenidos también fueron similares.

Gráfico 13: Histograma de la variación de la riqueza luego de que el esquema colapsa



Sin embargo, si se observa un cambio entre la distribución de ganadores y perdedores dentro de cada clase social. En esta variante, los perdedores se concentran en una mayor proporción en la clase media. En el modelo original, el 68% de la clase media resulta perdedora, en cambio, en la versión de empatía social este número asciende al 72%. Esto es razonable dado que la clase media es la más grande en cantidad de gente. Por ende, los individuos que la componen son los que mayor probabilidad tienen de encontrar otros individuos de su misma clase y así tienen también mayor probabilidad de generar una conexión positiva. Esto probablemente también explique en parte el hecho de que los indicadores sociales no se ven más afectados a pesar del aumento en el alcance del esquema. Dado que las redistribuciones de riqueza se dan más probablemente entre individuos de clase media, no hay un efecto adicional en el gini o la pobreza en esta variante.

Gráfico 14: Histograma de ganadores y perdedores por clase social.



En conclusión, al incluir la empatía social como una variante del modelo se obtiene un esquema que se expande y colapsa en un menor tiempo pero que determina consecuencias similares al modelo original.

V. Conclusión

La fábula de Esopo del lobo con piel de oveja relata cómo un lobo, a efectos de facilitar su obtención de comida, se mete en la piel de una oveja y suma al rebaño, engañando así al pastor. Por la noche, ya guardado el rebaño, el pastor procurando la comida para el día siguiente toma al lobo creyéndolo un cordero, y sacrifica al instante. Similar es el caso con los esquemas Ponzi en donde diversos individuos - lobos - en su afán por generar ingresos se disfrazan de una oportunidad, un negocio único con rendimientos rimbombantes y aproximan a potenciales participantes o inversores de sus esquemas - ovejas - ante una autoridad de control inocente del esquema siendo ejecutado. El pastor en la fábula cuenta con la fortuna de haber dado con el lobo: ¿acaso los inversores cuentan siempre con esa fortuna?

A lo largo del presente trabajo de investigación se utilizaron diferentes casos y ejemplos icónicos que demuestran por un lado la forma en la que diferentes esquemas Ponzi se han ejecutado y, por otra parte, la inhabilidad de la autoridad de control de poder anticipar en tiempo y forma la existencia de un esquema Ponzi. A lo largo del trabajo de investigación se hizo hincapié en entender y ponderar el daño socio-económico que deja como resultado la implementación de un esquema Ponzi. Partiendo de la premisa de que los esquemas Ponzi ocurren - y repiten - en la actualidad, el presente trabajo logra explicar las consecuencias nocivas que los esquemas Ponzi generan siendo, en ciertos casos,

sorprendentes. De acuerdo con uno de los resultado del modelo, por ejemplo, el daño social puede alcanzar niveles equiparables a los que padeció Argentina en la crisis del 2001 - algo ciertamente factible considerando el Ponzi ejecutado en Albania en 1997 -.

Por consiguiente: ¿cuál es la alternativa más eficiente para prevenir o restringir el daño potencial causado por un esquema Ponzi? A partir del modelo construido e investigación desarrollada a lo largo del presente trabajo la difusión de un esquema, lógicamente, está directamente relacionada con el daño causado por un esquema. Si bien la empatía social tiene incidencia en la formación de los esquemas, la educación es el punto que mayor incidencia ha demostrado tener. Como sostiene Francis Bacon: “el conocimiento es poder” y este resultado se observa en el trabajo. Los esquemas Ponzi son polimorfos: adaptan su discurso, mecánica de comunicación, forma de recibir las inversiones y, frente a todas estas adaptaciones resulta difícil proyectar una legislación que logre adaptarse y anticiparse frente a estos cambios. Es por ello que la educación acaba por ser la mejor herramienta para confrontar estos esquemas. El impacto positivo que una mejor educación presenta en la contención y menor dispersión de un esquema Ponzi llevan a que su daño social resulte contenido.

Haciendo referencia a una canción contemporánea compuesta por Andy Rivera, el esquema Ponzi intenta pintar “pajaritos en el aire”, es función de la sociedad y la educación como herramienta impulsar que las promesas “no se queden en el aire”, activando medios de asesoramiento y consulta, análisis de los riesgos de una inversión y medios para instruirse sobre propuestas que implican un fraude a los inversores.

VI. Anexo A: Código para MATLAB - Flor de la abundancia

```
% Bruno Filomía, Maximiliano Fariña y Nicolas Ortiz Freuler

%{
Modelo base

Parámetros

    mini = Tenencia mínima de dinero para ingresar a la flor
    bid = Monto a pagar para ingresar a la flor
    p = Probabilidad de que entre a la flor el nuevo inversor una vez que
        se produjo la conexión
    intmax = Número máximo de intentos fallidos que puede tener un
        buscador de inversores
    K = Número de individuos que conforman la población bajo análisis
    Status = [Activo, Pasivo, Fracaso, En espera, Libre, Libre Bien,
        Libre Mal]= [1,2,3,4,5,6,7]
    rondas = Numero de rondas durante el cual se desarrolla el modelo.
        Está ya calibrado para que el esquema Ponzi se inicie y
        culmine por sí solo
%}

%%
clear
K=5000;
bid=4000;
mini=8000;
intmax=10;
rondas=100;
F=0;
flor_fracasada=0;
rng('default')

%%

%{
Construimos un loop para ejecutar 30 veces el modelo y mostrar los
resultados promedio, de modo que no queden sesgados por un caso aleatorio
particular
%}

rr=0
m_resultados=zeros (30,9)
while rr<30
    rr=rr+1

    % Matriz de datos
    %{
Construimos una matriz donde cada fila corresponde a un individuo y
```

Las columnas a distintas a características de los mismos:

```
Columna 1: id del individuo
Col 2: riqueza
Col 3: riqueza acumulada cuando el individuo encabeza una flor y
       recibe los depósitos de los ingresantes
Col 4: Status
Col 5: id de la flor a la que pertenece el individuo
Col 6: posición en la flor
Col 7: id del individuo que lo atrajo a la flor a la que pertenece
Col 8: nro de intentos acumulados en la búsqueda de inversores
Col 9: nro de intentos que dieron conexiones positivas con nuevos
       inversores
Col 10: nivel de la flor en que se encuentra el individuo
Col 11: enumerador de individuos (auxiliar para armado de clases
        sociales)
Col 12: clase social
%}
```

```
A=zeros(K,20);
A(:,1)= [1:K];
```

```
%Creamos también vectores para los gráficos de resultados
%vector contador de flores vivas para graf
v_rondas=[1:rondas];
v_flores_vivas=zeros(rondas,1);
```

```
%Generamos la riqueza de cada persona respetando una función normal
m = 1.5;
v = 3;
mu = log((m^2)/sqrt(v+m^2));
sigma = sqrt(log(v/(m^2)+1));
```

```
A(:,2)= lognrnd(mu,sigma,K,1)*20000;
B=A(:,2)
```

```
%%
```

```
%-----
```

```
%INDICADORES SOCIALES
```

```
%Generamos algunos indicadores sociales que nos permitirán
cuantificar
```

```
%los efectos del esquema Ponzi analizado
```

```
%Calculamos el Gini que caracteriza esta población al inicio
g2=gini(ones(1,K),B)
figure(1);
gini(ones(1,K),B,true);
```

```

%Definimos 3 clases sociales:
    %Clase baja: cuartil 1 (COLUMNA 12=1)
    %Clase media: cuartiles 2 y 3 (COLUMNA 12=2)
    %Clase alta: cuartil 4 (COLUMNA 12=3)

A=sortrows(A,2);

%enumerador de filas - individuos
A(:,11)=(1:K);

fila=1;
while fila<=K
    %clase baja
    if A(fila,11)<=K/4;
        A(fila,12)=1;
    end
    %clase media
    if A(fila,11)>K/4 & A(fila,11)<=K*3/4;
        A(fila,12)=2;
    end
    %clase alta
    if A(fila,11)>K*3/4;
        A(fila,12)=3;
    end
    fila=fila+1;
end

%Definimos una línea de pobreza como el límite entre 1er y 2do
    cuartil

    linea_pobreza=mean([A(K/4,2),A(K/4+1,2)])

%Guardamos la distribución de riqueza original antes de que sea
%afectada por la flor de la abundancia

    Z=A(:,2);
%-----
%%
%Continuamos con el desarrollo de la flor

%Todos inician con status "Libre"
A(:,4)= 5;

%Generamos 6 flores iniciales espontáneamente

%{
    (Esto asegura que el esquema se ponga en marcha, de lo contrario es
    Más probable que ni siquiera llegue a prosperar una flor y no

```

```

podemos aprovechar el modelo para el análisis que nos interesa)
%}

%Al generar cada flor asignamos las características de líder de una
%flor aleatoriamente a alguno de los individuos de la población
ii = 1;
ii=1
while ii<6;
C=round(unifrnd(1,K));

A(C,3)=-24000;
A(C,4)=1;
A(C,5)=ii;
A(C,6)=1;
A(C,10)=1;
ii=ii+1;
end

%%
%Rondas

%{
El modelo se desarrolla en rondas. En cada ronda cada uno de los
individuos que está en el último nivel de una flor tratará de
conseguir un inversor hasta obtener 2 inversores.

Luego de que cada buscador de inversores haya tenido su turno, se
Chequea si alguna flor se completó y en tal caso se abre en 2 para
continuar el mecanismo de propagación.
%}

b=1;
while b<=rondas

%Iteración sobre los individuos
i=1;
while i<=K;

    %Buscamos los individuos Activos
    if A(i,4)==1 & A(i,10)<4

        %Para los Activos, buscamos un match que esté disponible
        %(Libre, Libre Bien o Libre Mal)
        D=round(unifrnd(1,K));
        while A(D,4)<5 | D==i
            D=round(unifrnd(1,K));
        end

        %se asigna probabilidad para que el match sea exitoso
        P=0.5;
    end
end

```

```

%{
Si el match(D) tiene la riqueza mínima para ingresar a la
flor, no es Libre Mal (implica que fue parte de una flor
que fracasó), con un 50% de probabilidad ingresa a la
flor
%}
if A(D,2)>mini & A(D,4)~=7 & unifrnd(0,1)<P ;

    %Si el match ingresa a la flor transfiere su dinero al
    %líder de la flor y es incorporado al sistema
    A(D,2)= A(D,2)-4000;
    A(D,4)= 4;
    A(D,5)= A(i,5) ;
    A(D,6)= length(find(A(:,5)==A(i,5))) ;
    A(D,7)= i;
    A(D,10)=A(i,10)+1;

    %El individuo que encontró a D suma un intento
    %realizado y uno positivo
    A(i,8)= A(i,8)+1;
    A(i,9)= A(i,9)+1;

    %Si el individuo alcanza el nro máximo de intentos
    %pasa al status "Fracaso"

    if A(i,8)==intmax;
    A(i,4)=3;
    end

    %Si el individuo consiguió dos intentos positivos pasa
    %a status "Pasivo" (queda a la espera de que la flor
    %avance para subir de nivel)
    if A(i,9)==2;
    A(i,4)=2;
    end

    %Identificamos al líder de la flor donde se dió la
    %conexión positiva y le acreditamos el dinero
    %transferido
    J=find(A(:,5)==A(i,5) & A(:,6)==1) ;
    A(J,2)=A(J,2)+4000;
    A(J,3)=A(J,3)+4000;

else

    %Si la conexión no es exitosa y el match no ingresa a
    %la flor, sólo aumenta en una unidad el nro de
    %intentos del individuo
    A(i,8)= A(i,8)+1;

```

```

        %Si llega al máximo de intentos pasa a "Fracaso"
        if A(i,8)==intmax;
            A(i,4)=3;
        end
    end
end

    i=i+1;
end

%{
Después de haber pasado por todos los individuos buscando los
activos y generando un intento para cada uno, identificamos a los
líderes que alcanzaron los $32.000 de nueva riqueza acumulada,
para dividir esa flor en dos y dejar fuera a dicho líder
%}

g=1;
while g<=K

    if A(g,3)==32000

        %Buscamos a los dos inversores conseguidos por g y los
        %convertimos en nuevos líderes
        w=find(A(:,7)==g);

        A(w(1),5)= max(A(:,5))+1;
        A(w(2),5)= max(A(:,5))+1;

        A(w(1),6)=1;
        A(w(2),6)=1;
        A(w(1),10)=1;
        A(w(2),10)=1;

        %Para cada uno de esos dos líderes armamos la flor
        %correspondiente con los inversores que tenían "debajo"
        %Primero w(1)
        q=find(A(:,7)==w(1));

        A(q(1),5)= A(w(1),5);
        A(q(2),5)= A(w(1),5);

        A(q(1),6)=2;
        A(q(2),6)=3;
        A(q(1),10)=2;
        A(q(2),10)=2;

        %Luego w(2)
        s=find(A(:,7)==w(2));

        A(s(1),5)= A(w(2),5);

```



```
A(s(2),5)= A(w(2),5);
```

```
A(s(1),6)=2;
```

```
A(s(2),6)=3;
```

```
A(s(1),10)=2;
```

```
A(s(2),10)=2;
```

```
%Vamos por q(1)
```

```
o=find(A(:,7)==q(1));
```

```
A(o(1),5)= A(q(1),5);
```

```
A(o(2),5)= A(q(1),5);
```

```
A(o(1),6)=4;
```

```
A(o(2),6)=5;
```

```
A(o(1),10)=3;
```

```
A(o(2),10)=3;
```

```
%Vamos por q(2)
```

```
x=find(A(:,7)==q(2));
```

```
A(x(1),5)= A(q(2),5);
```

```
A(x(2),5)= A(q(2),5);
```

```
A(x(1),6)=6;
```

```
A(x(2),6)=7;
```

```
A(x(1),10)=3;
```

```
A(x(2),10)=3;
```

```
%Vamos por s(1)
```

```
y=find(A(:,7)==s(1));
```

```
A(y(1),5)= A(s(1),5);
```

```
A(y(2),5)= A(s(1),5);
```

```
A(y(1),6)=4;
```

```
A(y(2),6)=5;
```

```
A(y(1),10)=3;
```

```
A(y(2),10)=3;
```

```
%Vamos por s(2)
```

```
l=find(A(:,7)==s(2));
```

```
A(l(1),5)= A(s(2),5);
```

```
A(l(2),5)= A(s(2),5);
```

```
A(l(1),6)=6;
```

```
A(l(2),6)=7;
```

```
A(l(1),10)=3;
```

```
A(l(2),10)=3;
```

```

%%%
%redefinimos los parámetros del individuo que era líder
%de la flor original

A(g,3)=0;
A(g,4)=6;
A(g,5)=0;
A(g,6)=0;
A(g,7)=0;
A(g,8)=0;
A(g,9)=0;
A(g,10)=0;

end

g=g+1;
end

%{
Después de dividir todas las flores correspondientes buscamos a
los buscamos los individuos que están en status "Fracaso" y
modificamos el status de todos los miembros de su flor a "Libre
mal".

Esto implica que como uno de los miembros de la flor falló en
obtener los inversores necesarios, toda la flor fracasa ya que el
líder no alcanza el nivel de retorno prometido.

Todos los miembros pasan a estar libres pero si vuelven a ser
contactados para ingresar a una flor se negarán automáticamente.
%}

f=1;
while f<=K
    if A(f,4)==3 %identificamos a los individuos en "Fracaso"
        flor_fracasada=flor_fracasada+1
        e=find(A(:,5)==A(f,5)); %identificamos a los miembros de su
            %flor
        v=1;
        while v<=length(e);
            A(e(v),4)=7; %cambiamos su status a "Libre Mal"
            A(e(v),10)=0; %pasamos el nivel a 0 para que la cabeza de
                %flor ya no lo sea y por ende no se cuente más esa flor
            v=v+1;
        end
    end
    f=f+1;
end

%Pasamos los individuos del status "en espera" a "activo"

```

```

%("En espera" es un status auxiliar para que se respete el orden
%secuencial del código)
zz=1;
while zz<=K
    if A(zz,4)==4
        A(zz,4)=1;
    end
    zz=zz+1;
end

%GUARDAMOS INDICADORES Y VECTORES DE SEGUIMIENTO

%ff=nro de libres mal
ff=length(find(A(:,4)==7));

%F=proporción de libres mal sobre total
F=ff/K
%numero de flores
nro_flores_creadas=max(A(:,5))
nro_flores_vivas=length(find(A(:,10)==1))

%W = Matriz de variación absoluta de la riqueza
W=A(:,2)-Z;

%Guardamos el nro de flores vivas al final de la ronda
v_flores_vivas(b,1)=nro_flores_vivas

%pasa a sig ronda
b=b+1
end

%Gráfico: Nro de flores vivas por ronda
figure(2)
plot(v_rondas,v_flores_vivas);hold on;
xlabel('rondas')
ylabel('flores vivas')
hold off

%Calculamos la tasa de pobreza final
tasapobrezafinal=[A(:,2)];
tasapobrezafinal(tasapobrezafinal<linea_pobreza)=[1];
tasapobrezafinal(tasapobrezafinal>linea_pobreza)=[0];
pobreza=sum(tasapobrezafinal)/K;

%Construimos un vector de ganadores y perdedores por clase social
A(:,13)=W
ganadores=W
ganadores(ganadores>0)=[1];
ganadores(ganadores<0)=[-1];
A(:,14)=[ganadores];

```

```

A(:,15)= A(:,12).*A(:,14);

%Histograma de ganadores y perdedores
figure(4)
histogram(A(:,15))
ganadores_clase=A(:,15)

%Calculamos el Gini después del efecto de la flor de la abundancia
g3= gini(ones(1,K),A(:,2))
figure(3);
    gini(ones(1,K),A(:,2),true);

%Guardamos Gini inicial y final, pobreza, ganadores y perdedores

m_resultados(rr,1)=g2
m_resultados(rr,2)=g3
m_resultados(rr,3)=pobreza
m_resultados(rr,4)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==1))
m_resultados(rr,5)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==2))
m_resultados(rr,6)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==3))
m_resultados(rr,7)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==-1))
    m_resultados(rr,8)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==-2))
m_resultados(rr,9)=numel(ganadores_clase(ganadores_clase==-3))
end

```

VII. Anexo B: Código para MATLAB - Variante Educación

Para modificar el modelo e incluir la lógica de funcionamiento asociada a la educación adicionamos las siguientes líneas luego de la definición de línea de pobreza:

`%Línea de pobreza: la definimos como el límite entre 1er y 2do cuartiles`

```
%%
%Educación
i=1;
while i<=K
PP=unifrnd(0,1);
if A(i,2)<14600 %Identificamos la clase baja
    if PP<0.10
        A(i,16)=1; %Asignamos universitario completo al 10%
    end
    if PP>0.13 & PP<0.62
        A(i,16)=2; %Asignamos secundario completo al 49%
    end
    if PP>0.62
        A(i,16)=3; %Asignamos primario o secundario incompleto al 38%
    end
end

if A(i,2)>14600 & A(i,2)<34200 %Identificamos la clase media
    if PP<0.23
        A(i,16)=1; %Asignamos universitario completo al 23%
    end
    if PP>0.23 & PP<0.68
        A(i,16)=2; %Asignamos secundario completo al 45%
    end
    if PP>0.68
        A(i,16)=3; %Asignamos primario o secundario incompleto al 38%
    end
end

if A(i,2)>34200 %Identificamos la clase alta
    if PP<0.40
        A(i,16)=1; %Asignamos universitario completo al 40%
    end
    if PP>0.40 & PP<0.81
        A(i,16)=2;%Asignamos secundario completo al 41%
    end
    if PP>0.81 %Asignamos primario o secundario incompleto al 19%
        A(i,16)=3;
    end
end
```

```
i=i+1;  
end  
%%
```

Adicionalmente modificamos la definición de la probabilidad de obtener un match exitoso haciéndola condicional al nivel educativo del potencial inversor:

```
%se asigna probabilidad para que el match sea exitoso seg[un nivel  
educativo  
    if A(D,16)==1  
        P=0.05;  
    end  
    if A(D,16)==2  
        P=0.47;  
    end  
    if A(D,16)==3  
        P=0.90;  
    end
```

VIII. Anexo C: Código para MATLAB - Variante Empatía

En la variante que tiene en cuenta el efecto de la empatía sólo necesitamos modificar las líneas que asignan la probabilidad para que el match sea exitoso:

%se asigna probabilidad para que el match sea exitoso segun la distancia entre clases sociales

```
if A(i,12)==A(D,12);  
P=0.75;  
end  
if max (A(i,12),A(D,12))-min(A(i,12),A(D,12))==1;  
P=0.38;  
end  
if max (A(i,12),A(D,12))-min(A(i,12),A(D,12))==2;  
P=0.10;  
end
```

IX. Bibliografía

1. Mitchell Zuckoff (2004). "Ponzi's Scheme: The true Story of a Financial Legend"
2. Minsky, Hyman P. (1992). "The Financial Instability Hypothesis". The Jerome Levy Economics Institute of Bard College, Working Paper No. 74.
3. Gregoriou, Greg & Lhabitant, François Serge (2009). "Madoff: A Riot of Red Flags". EDHEC Risk and Asset Management Research Centre.
4. Daniel Kent, David Hirshleifer y Avandihar Subramanyam (1998). "Investor Psychology and Security Market Under- and Overreactions". *Journal of Finance*. December, 53:6 pp.-1839-885.
5. Robert J. Shiller (2003). "From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance". *Journal of Economic Perspectives*. Winter, 17:1 pp.- 83-104
6. Utpal Bhattacharya (2003). "The Optimal Design of Ponzi Schemes in Finite Economies". *Journal of Financial Intermediation*. January, 12:1 pp. – 2-24.
7. Marc Artzrouni (2009). "The Mathematics of Ponzi Schemes". *Mathematical Social Sciences*. May, 58 pp.- 190-201.
8. Kindleberg, Charles P. y Aliber Robert Z. "Manias, Panics and Crashes: A History of Financial Crisis". 5th ed. John Wiley & Sons inc. 2005. Print.
9. J.L. Gastwirth y P.K. Bhattacharya (1984). "Two probability models of pyramid or chain letter schemes demonstrating that their promotional claims are unreliable". *Operations Research*. 32:3, pp.- 527-536.
10. Anding Zhu, Peihua Fu, Qinghe Zhang y Zhenyue Chen (2017). "Ponzi scheme diffusion in complex networks". *Physica A*, 479, pp.- 128-136.
11. M. Vasek y T. Moore (2018). "Analyzing the Bitcoin Ponzi Scheme Ecosystem". Bitcoin Workshop 2018.
12. Massimo Bartoletti, Salvatore Carta, Tiziana Cimoli y Roberto Saia (2017). "Dissecting Ponzi schemes on Ethereum: identification, analysis and impact". arXiv: 1703.03779
13. D. Heymann, R. Perazzo y M. G. Zimmermann (2011) "Modelos económicos de múltiples agentes: Una aproximación de la economía desde los sistemas complejos". Working paper.
14. C. Albrecht, V. Morales, J. Baldwin (2017). "Ezubao: A Chinese Ponzi Scheme with a twist". *Journal of Financial Crime*, 24:2, pp.- 256-259.