



**Universidad de San Andrés**

**Departamento de Economía**

**Licenciatura en Economía**

***El caso Bitcoin: ¿qué nos ha enseñado la historia?***

***Un breve repaso por las burbujas especulativas más representativas y sus relaciones con el Bitcoin***

**Autor: Andrada, Guillermo Enrique**

**Legajo: 26008**

**Autor: Balerdi, Manuel Ignacio**

**Legajo: 26017**

**Mentor de Tesis: Fernández Molero, Diego**

**Victoria, Buenos Aires, Julio 2018**



## **El caso Bitcoin: ¿qué nos ha enseñado la historia?**

Un breve repaso por las *burbujas* especulativas más representativas y sus relaciones con el Bitcoin

Tesis de grado

### **Mentor**

Fernández Molero, Diego

### **Alumnos**

Andrada, Guillermo Enrique

Balerdi, Manuel Ignacio

Julio 2018

There must certainly be a vast Fund of Stupidity in Human Nature, else men would not be caught as they are, a thousand times over by the same snare.

Cato



The four most expensive words in the English language are 'this time is different'.

John Templeton

Universidad de  
**San Andrés**

## Índice

1. Introducción.....	4
2. Burbuja .....	5
2.1. Etapas en una burbuja.....	6
2.2 Burbujas históricas.....	7
2.2.1 Tulipmania.....	8
2.2.2 South Sea Bubble.....	9
2.2.3 Dotcom Bubble.....	10
2.2.4 Subprime Mortgage Crisis .....	12
3. El caso Bitcoin.....	13
3.1 Funcionamiento del Bitcoin.....	14
3.2 Comportamiento reciente.....	15
3.3 Valor fundamental.....	16
4. Análisis cuantitativo de la serie temporal.....	17
4.1 Introducción a la valuación del Bitcoin.....	17
4.2 Modelo log-periodic power law.....	18
4.3 Parametrización.....	20
4.4 Resultados propuestos.....	22
5. Burbujas históricas y Bitcoin.....	24
5.1 Innovación.....	25
5.1.1 Bitcoin.....	26
5.1.2 Tulipamania.....	27
5.1.3 South Sea Bubble .....	28
5.1.4 Dotcom Bubble.....	29
5.1.5 Subprime Mortgage Crisis .....	31
5.2 Regulación.....	31
5.2.1 Bitcoin.....	32
5.2.1 Tulipamania.....	33
5.2.2 South Sea Bubble.....	35
5.2.3 Dotcom Bubble.....	36
5.2.4 Subprime Mortgage Crisis .....	37
6. Conclusión.....	39
7. Anexos.....	41
7.1. Anexo 1.....	41
7.2. Anexo 2.....	44
7.3. Anexo 3.....	50
8. Bibliografía.....	51

## Resumen

La historia ha demostrado que las denominadas *burbujas financieras* han sido la causa de diversas crisis que han tenido efectos nocivos para los sistemas económicos. A grandes rasgos, las *burbujas* fueron generadas como resultado de una suba exponencial y sistemática en el precio de un activo, ocasionada por una demanda injustificada desde la perspectiva de su valor intrínseco. Finalmente, esto deriva en un *sell-out* generalizado y, por ende, en el derrumbe de su precio de mercado. La intención de este trabajo es la de analizar, a partir de la bibliografía pertinente, una cuestión de actualidad como lo es el fenómeno del Bitcoin, y contrastar con casos de epidemias especulativas históricas, que, entendemos, guardan considerables similitudes con la criptomoneda. A partir de un análisis cuantitativo, mediante el empleo del modelo *log-periodic power law* y la comparación con *burbujas* históricas, demostramos que el precio de mercado de la criptomoneda pareciera presentar, entre agosto de 2015 y diciembre de 2017, el comportamiento típico de una *burbuja*.

**Palabras clave:** Bitcoin, *burbuja*, epidemias especulativas históricas, modelo *log-periodic power law*, criptomoneda.

## Abstract

History has proved that the so called financial bubbles have been the cause of several crisis that have had harmful effects on the economic systems. In general terms, bubbles were generated as a result of an exponential and systematic growth of an asset's price, resulting from an unjustified demand, regarding its intrinsic value. This ends up in a generalized sell-out and, therefore, its price collapses. The goal of this paper is to analyze a recent issue as it is the case of Bitcoin, and to compare it with cases of historical speculative epidemics that, we consider, share several similarities with the cryptocurrency. By applying the *log-periodic power law* model, as a tool for the quantitative analysis, and through the comparison with other historical bubbles, we demonstrate that the market price of the cryptocurrency between August 2015 and December 2017 seems to present the typical behavior of a bubble.

**Keywords:** Bitcoin, bubble, historical speculative epidemics, log-periodic power law model, cryptocurrency.

## 1. Introducción

Las *burbujas financieras* han sido analizadas por numerosos autores (Garber, 2000; Sornette *et al.*, 2001; Shiller, 2015) con el fin de poder comprender su desarrollo, explicar sus causas y, en el mejor de los escenarios, poder predecirlas. No obstante, la literatura pareciera no hallar un consenso dada la complejidad del tema. En particular, las causas de las *burbujas* constituyen un desafío para la teoría económica que aún no ha sido resuelto.

Con respecto a las criptomonedas, en el año 2009 surge la primera de ellas, conocida con el nombre de Bitcoin. Si bien inicialmente su demanda fue escasa y su origen poco divulgado, en los últimos años, y en particular en 2017, esta criptomoneda adquirió protagonismo en un nivel internacional. En gran medida, la elevada volatilidad y los niveles de precio alcanzados han generado euforia en los mercados y han despertado el interés tanto de inversores como de investigadores académicos. Los primeros han querido obtener un retorno a partir de la compra y venta de la criptomoneda, y los últimos han intentado explicar el comportamiento del activo a partir de la teoría económica y financiera.

Dado el reciente incremento en la popularidad del Bitcoin, consideramos que podremos arrojar luz sobre algunas cuestiones que aún no han sido esclarecidas, y que ameritan una profunda investigación. En particular, buscaremos evidencia de la existencia de una posible *burbuja* en el caso Bitcoin, e intentaremos entablar relaciones entre algunas de las principales epidemias especulativas de la historia y la ya mencionada criptomoneda.

El presente trabajo estará organizado de la siguiente manera. En primer lugar, abordaremos el marco teórico referido a las *burbujas* para poder introducir los principales casos de epidemias especulativas históricas. Posteriormente, explicaremos el caso Bitcoin y utilizaremos un modelo cuantitativo para determinar un posible comportamiento de *burbuja* en su precio de mercado. Finalmente, ahondaremos en dos factores que han caracterizado a las *burbujas* históricas, como lo son la innovación y la regulación, e intentaremos detectar su presencia en el caso Bitcoin.

## 2. Burbuja

Para comenzar, resulta fundamental introducir la definición de *burbuja* para poder comprender el fenómeno en cuestión. Es importante destacar que, según la bibliografía consultada, existen diversas definiciones de *burbuja*.

En primer lugar, la definición de Garber hace referencia a los *fundamentals* que debieran explicar el precio del activo. Es decir, las *burbujas* están caracterizadas por un precio de mercado que se desvía significativamente del valor fundamental o valor intrínseco. En palabras del autor, una *burbuja*

...is that part of asset price movement that is unexplainable based on what we call fundamentals. Fundamentals are a collection of variables that we believe should drive asset prices. [...] This is no more than saying that there is something happening that we cannot explain, which we normally call a random disturbance (2000, p. 4).

Por su parte, Shiller se concentra en el aspecto psicológico para explicar el efecto contagio y define una *burbuja especulativa* como

...a situation in which news of price increases spurs investor enthusiasm, which spreads by psychological contagion from person to person, and, in the process, amplifies stories that might justify the price increase and brings in a larger and larger class of investors, who, despite doubts about the real value of the investment, are drawn to it partly through envy of others' successes and partly through a gambler's excitement (2015, p. 268).

Ambas definiciones corresponden a distintos enfoques utilizados para definir a las *burbujas*, y son prueba de la pluralidad de ideas que caracterizan a los distintos autores. La variedad de aportes enriquece, pero también dificulta la comprensión de estos fenómenos en los que el precio del activo aumenta considerablemente para luego colapsar. A partir de las diferencias entre los enfoques, es posible afirmar que los autores citados aportan ideas complementarias, puesto que se enfocan en distintos componentes de un mismo sistema, Garber en el activo y Shiller en los agentes.

Por su parte, Dale *et al.* (2005) sostienen que las *burbujas* pueden ser clasificadas en racionales o irracionales. Las *burbujas* irracionales ocurren cuando los inversores deciden con base en expectativas irracionalmente optimistas, modas o tendencias. Es decir, el inversor es conducido por los factores psicológicos y no tiene en cuenta la relación entre el precio de mercado y el valor fundamental del activo. Por otro lado, las *burbujas*

racionales aluden a aquellos casos en los que los precios del activo aumentan, puesto que los inversores creen que van a poder vender el activo a un precio mayor en el futuro.

En síntesis, para el caso de las *burbujas* racionales, los “inversores profesionales” conocen la distinción entre el valor intrínseco y el precio de mercado, y deciden invertir a pesar de la existencia de una posible *burbuja*. Por el contrario, las *burbujas* irracionales están caracterizadas por la presencia de “inversores no profesionales”, que no distinguen entre precio de mercado y valor fundamental.

No obstante, es crucial destacar que no es sencillo poner en práctica la clasificación descrita ya que, en algunos casos, las *burbujas* parecen ser tanto irracionales como racionales. A modo de ejemplo, las *burbujas* racionales pueden derivar en *burbujas* irracionales ya que los “inversores profesionales” pueden verse afectados por aquellos que invierten con escaso conocimiento, y que son conducidos por lo psicológico. Es decir, los profesionales no son inmunes a los efectos de la cultura de inversión popular.

## 2.1 Etapas de una burbuja

Minsky (1986) fue reconocido por su trabajo ocurrida la crisis de 2008, dada su explicación sobre el desarrollo de la inestabilidad financiera, y por su análisis sobre las *burbujas* y sus respectivas etapas. Según el autor, por lo general, es posible observar las siguientes fases.

1. *Displacement*: los inversores observan un nuevo paradigma que puede ser un nuevo producto o tecnología. Es decir, sin importar de qué se trate, hay algo que capta la atención del mercado.
2. *Boom*: comienza a haber un incremento en los precios. Además, el activo empieza a ser mencionado en los medios de comunicación y, consecuentemente, una mayor cantidad de personas adquiere el producto.
3. *Euphoria*: el precio alcanza niveles extremos. Nuevas métricas de valuación son utilizadas para justificar el aumento en el precio. Principalmente, predominan la excitación y el entusiasmo.
4. *Profit taking*: los inversores expertos y más prudentes recogen beneficios puesto que consideran que el precio alcanzado es sumamente elevado. Con base en la clasificación anterior, se trata de los “inversores profesionales”.



5. *Panic*: el precio comienza a derrumbarse, ya sea porque los “inversores profesionales” comienzan a vender, o bien por algún factor adicional como el encarecimiento del crédito. La euforia es reemplazada por el pánico.

A continuación, introducimos el *Gráfico 1* que refleja el precio de mercado del Bitcoin en el período comprendido entre abril de 2017 y abril de 2018. Como puede observarse, al agregar las etapas de Minsky, el precio del Bitcoin parece ajustarse a las etapas y, por consiguiente, al comportamiento típico de una *burbuja*.



Gráfico 1. Elaboración propia.

## 2.2 Burbujas históricas

Con la intención de poder caracterizar ciertos comportamientos propios de una *burbuja* financiera, procedemos a describir los principales episodios especulativos con base en la bibliografía consultada. A la hora de escoger las *burbujas*, se han considerado factores tales como la disponibilidad de información, y la relevancia y magnitud que estos episodios han tenido en los sistemas económicos.

### 2.2.1 Tulipmania

También conocida como “La fiebre de los tulipanes”, tuvo lugar en Holanda durante la tercera década del siglo XVII. El frenesí especulativo se enfocó en ciertas especies de bulbos de tulipán que presentaron características particulares, por la presencia de un virus que alteró la composición de sus rasgos.

En ese entonces, Holanda estaba posicionada como la primera potencia económica a nivel mundial, dada su formidable capacidad para el comercio ultramarino. Como resultado, la población gozaba de un nivel económico elevado en comparación con el resto de Europa. Según Garber (2000), el tulipán fue rápidamente aceptado por la población adinerada como un símbolo de bienestar financiero y, por lo tanto, era habitual hallar esta particular flor en los jardines de las familias más acomodadas.

Es importante destacar que, no solo era necesario un entendimiento de la estructura de los contratos y de la tesitura económica, sino también cierto nivel de conocimiento en el campo de la botánica, para poder determinar la calidad del bulbo. En relación con lo mencionado anteriormente, los “inversores profesionales” poseían el conocimiento económico y botánico, indispensable a la hora de tomar decisiones en el mercado de los tulipanes.

Si bien la comercialización en masa de estas novedosas flores inició alrededor del año 1592 (Goldgar, 2007), sus precios se mantuvieron estables hasta el año 1633, puesto que en el mercado predominaban los “inversores profesionales”. No obstante, a principios del año 1634 los “inversores no profesionales” decidieron involucrarse en la compra y venta de tulipanes e ingresaron al mercado en cantidad, alterando considerablemente su estructura.

Hacia mediados de 1635, los precios aumentaron rápidamente ya que la demanda fue impulsada drásticamente por este nuevo tipo de inversor, con escaso conocimiento, dispuesto a pagar precios sumamente elevados. De hecho, algunos de ellos compraron tulipanes a crédito, entregando como colateral<sup>1</sup> objetos cuyo valor fundamental era superior al del artículo que buscaban adquirir. Adicionalmente, en 1636 se introdujeron contratos de futuros que permitieron satisfacer la demanda de bulbos a lo largo del año.

---

<sup>1</sup> Activo que sirve como garantía frente a la concesión de un crédito, emisión de bonos, o cualquier otra operación financiera.

En febrero de 1637, los precios colapsaron y la *burbuja* “explotó”. Los inversores comenzaron a vender los bulbos, cuyo precio de mercado disminuyó considerablemente. Como consecuencia de la introducción de los contratos de futuros, numerosos inversores contrajeron deudas y, ocurrido el colapso, no pudieron hacer frente a sus obligaciones contractuales.

En la actualidad, este acontecimiento es considerado sinónimo indirecto del concepto de especulación irracional (Garber, 2000). No obstante, la cuestión acerca de si este fenómeno se produjo debido a que los agentes buscaron obtener retornos gracias al incremento en el precio de los tulipanes, o si simplemente pretendieron adquirir la flor con la intención de demostrar un cierto nivel de *status* social, representa una incógnita para la literatura. Consecuentemente, no existe consenso académico respecto a su categorización como *burbuja* racional o irracional.

### 2.2.2 South Sea Bubble

La South Sea Company fue una firma dedicada al comercio ultramarino, fundada en Londres a principios del siglo XVIII. En este caso en particular, la epidemia especulativa ocurrió durante la primera mitad del año 1720, período en el cual el precio de las acciones de esta compañía creció a un ritmo insostenible, hasta caer finalmente en septiembre de dicho año (Frehen *et al.*, 2013).

Para comenzar, la South Sea Company fue fundada con la intención de proveer de fondeo al gobierno inglés tras la Guerra de Sucesión Española (Garber, 2000). A modo de compensación, el Estado le otorgó la concesión del monopolio del comercio con Sudamérica y además le atribuyó una anualidad<sup>2</sup> por un monto del 6% del total de su recaudación, con la intención de fondear sus actividades de exploración (Chang *et al.*, 2016).

La particularidad de la compañía radicó en el esquema que empleó para fondear las adquisiciones de deuda gubernamental: hasta 1720, la South Sea Company emitió acciones para poder suscribir las obligaciones de la corona. Es importante destacar que muchas acciones fueron licitadas a modo de “*subscription shares*” para poder acceder a

---

<sup>2</sup> Una anualidad es una sucesión de pagos, depósitos o retiros, generalmente iguales, que se realizan en períodos regulares de tiempo, con interés compuesto.

un mayor número de agentes. Este esquema de suscripción permitió a los inversores realizar un pago anticipado, seguido de una serie de cuotas a cambio de un determinado número de acciones en la siguiente licitación.

El precio de las acciones no reflejó los balances de una firma cuyo principal activo fue la deuda gubernamental de reducida calidad, y cuya capacidad para efectuar intercambios en ultramar no fue más que la expectativa de aquello en lo que se podría convertir. A partir de esto, Richard Dale *et al.* afirman que la volatilidad que se observó en el precio de la acción resulta inexplicable desde la perspectiva de los *fundamentals* (2005).

Finalmente, en el tercer cuarto de 1720, comenzó a caer el precio de los títulos, puesto que numerosos inversores no pudieron pagar la suscripción y debieron vender sus acciones para poder afrontar sus deudas. No obstante, hay autores que atribuyen la caída en el precio a una crisis de liquidez. Es decir, sostienen que la especulación financiera afectó no solo a la compañía de la South Sea, sino también a otras empresas que experimentaron un incremento en el precio de sus respectivas acciones. Consecuentemente, disminuyó la cantidad de dinero circulando en la economía y esto fomentó el colapso financiero (Dickson, 1967; Neal, 1988; Scott, 1911).

A diferencia de lo que ocurrió en la Tulipmania, la *South Sea Bubble* parece haberse formado a partir de un frenesí especulativo respecto al futuro de una empresa sobre la cual los inversores tenían escaso conocimiento, y no en base a la comercialización de un nuevo producto, como el caso de los tulipanes (Chang *et al.*, 2016).

### **2.2.3 Dotcom Bubble**

La crisis de los años noventa en Estados Unidos, o como se la conoce coloquialmente, la *Dotcom Bubble*, fue una epidemia especulativa caracterizada por un rápido incremento en el precio de las acciones de firmas relacionadas con Internet. A fines del siglo XX, Internet generó euforia en un nivel mundial y, consecuentemente, las compañías que diagramaron modelos de negocios relacionados con esta invención, fomentaron expectativas de un crecimiento sustancial en los inversores.

La estrategia de este tipo de compañías puede ser descrita bajo el término “*get big fast*”, es decir, que permanentemente apuntaban a ofrecerle al mercado nuevas propuestas para lograr captar su atención, y así poder diferenciarse de la competencia (Chang *et al.*, 2016).

Por consiguiente, la *burbuja* de las Dotcom fue producto de la presencia de inversores especulativos, en conjunto con un ambiente desmesuradamente optimista en cuanto a las bondades de Internet.

En febrero del año 2000, el sector comprendido por las compañías “Dotcom” representó aproximadamente un 20 % del total del mercado de renta variable de los Estados Unidos, habiendo acumulado hasta ese entonces un crecimiento superior al 1.000 % en términos de retorno a la inversión inicial (Ofek y Richardson, 2003). La particularidad de esta *burbuja* radicó en la facilidad con la que la *start-ups*<sup>3</sup> pudieron recaudar capital. Existieron casos puntuales de compañías que lograron recaudar cientos de millones de dólares a partir de una oferta pública inicial en el mercado bursátil, sin tener un plan de negocios coherente.

Con respecto a esto último, Robert Shiller (2015) ilustra los desvíos de los *fundamentals* que se produjeron durante el proceso especulativo, mediante el caso emblemático de eToys. Esta firma, establecida en 1997, se dedicó a la venta de juguetes infantiles a través de Internet. Tras su ingreso a la bolsa de valores, la capitalización de mercado de eToys logró superar los ocho mil millones de dólares. En términos relativos, la capitalización de eToys fue un 20% superior a la de Toys “R” Us, que poseía el mayor *market share* de la industria. Es decir, la situación financiera de ambas compañías evidenciaba un caso de *mispricing* en lo referido al precio de las acciones de eToys, dados los balances de cada empresa. El ejemplo anterior ilustra la relevancia de las expectativas en el valor de las compañías, y la razón por la que, ante cambios sustanciales en estas, empresas como eToys y Pets.com entraron en bancarrota.

Para concluir, y en términos generales, el colapso pareciera haber ocurrido ya que los inversores perdieron la confianza en las empresas de Internet, puesto que los precios de las acciones aumentaron sin un crecimiento paralelo en los ingresos y flujos de fondos de las firmas (Chang *et al.*, 2016). En otras palabras, hubo un cambio en las expectativas respecto a las empresas tecnológicas, que resultó en una reducción sustancial de los índices de mercado.

---

<sup>3</sup> Empresas que se encuentran en una edad temprana y que presentan grandes posibilidades de crecimiento con un alto nivel de riesgo implícito.

#### 2.2.4 Subprime Mortgage Crisis

La crisis de 2008, o también conocida como la *Subprime Mortgage Crisis*, ocurrió en Estados Unidos, pero tuvo repercusiones internacionales de gran magnitud. A grandes rasgos, la crisis suele atribuirse a la difusión de las denominadas hipotecas *subprime* caracterizadas por su elevado riesgo y destinadas a clientes con una considerable probabilidad de impago.

Es importante destacar que la lógica de desarrollo de la *burbuja* inmobiliaria puede ser explicada, en parte, a partir del colapso de la *burbuja* de las Dotcom. Particularmente, Baker (2008) sostiene que luego de la reducción en el precio de las acciones vinculadas a Internet, los inversores comenzaron a buscar oportunidades alternativas de inversión en el sector inmobiliario, y esto fomentó la nueva *burbuja*.

Previo a la crisis, el país contaba con tasas de interés muy bajas y con elevados indicadores de vivienda. Por consiguiente, la condición económica e inmobiliaria impulsó la difusión de créditos hipotecarios y concedió protagonismo a los bancos.

Con respecto a este último punto, es importante hacer referencia a la participación de las instituciones financieras en el proceso de desarrollo de la *burbuja*. En primer lugar, dado el incremento en la cantidad de créditos hipotecarios otorgados, comenzó a haber una mayor competencia entre bancos que no quisieron que su cuota de mercado se viera reducida. Consecuentemente, las instituciones financieras comenzaron a otorgar hipotecas *subprime* de elevado riesgo y crearon nuevos instrumentos. A la hora de comerciar sus productos, un factor crucial es la calificación crediticia, que determina la calidad y el riesgo de crédito de una emisión de deuda. En esta crisis en particular, las calificadoras subestimaron el verdadero riesgo de los instrumentos.

La crisis comenzó en el año 2007, puesto que hubo un aumento progresivo en las tasas de interés por parte de la Reserva Federal y una disminución en el valor de las viviendas, que resultó en un aumento de la tasa de morosidad<sup>4</sup>. Es decir, la principal razón radicó en el inadecuado sistema de gestión de riesgos de los bancos, y en las políticas que

---

<sup>4</sup> Incumplimiento de las obligaciones contractuales de pago.

consistieron en la venta de instrumentos de elevado riesgo que no se vio reflejado en su calificación crediticia y que, por ende, era desconocido por los inversores.

Para concluir, es relevante considerar el trabajo de investigación de Robert Shiller que consistió en construir una serie de datos partiendo desde 1895 en la que comparó el precio de las viviendas y el precio de los alquileres, para poder determinar la presencia de un componente *burbuja*. Shiller (2015) concluye que, si el incremento en los precios de venta de las viviendas puede ser atribuido a un aumento en su valor fundamental, debe observarse un incremento en el precio de los alquileres. No obstante, el autor halla un incremento modesto en el precio de los alquileres. Es decir, al comparar las variaciones entre el precio de los alquileres y el precio de venta de las viviendas, el autor concluye que la crisis de 2008 parece ser una *burbuja*.

### 3. El caso Bitcoin

La invención de Internet a finales del siglo XX fue —y sigue siendo— el pilar fundamental sobre el que se han apoyado numerosas innovaciones tecnológicas. Entre otras, la invención de la primera criptomoneda en 2009, el Bitcoin, ha captado la atención del mercado por sus características innovadoras y por su potencial utilización como moneda global.

Para comenzar, es importante introducir la definición de moneda virtual y de criptomoneda para poder comprender la diferencia entre conceptos que pueden resultar similares pero que poseen diferencias. Con respecto a la definición de moneda virtual, el Banco Central Europeo (2012) la describe como “...a type of unregulated, digital money, which is issued and usually controlled by its developers, and used and accepted among the members of a specific virtual community” (p. 5).

Por su parte, las criptomonedas son monedas virtuales que utilizan la criptografía para garantizar una mayor seguridad. Es decir, es sumamente complejo falsificar una criptomoneda y, por ende, resulta muy costoso. Como puede observarse a partir de las dos definiciones, resulta posible afirmar que las criptomonedas son monedas virtuales pero que no aplica lo contrario. Esto último implica que, una moneda virtual puede o no ser criptomoneda.

Con respecto al Bitcoin, Fantazzini *et al.*, enfatizan la descentralización y sostienen que el Bitcoin

... is an online decentralized currency that allows users to buy goods and services and execute transactions, without involving third parties. It was launched in 2009 by a person or (more likely) by a group of people operating under the name of Satoshi Nakamoto. Bitcoin belongs to the large family of “cryptocurrencies”, which are based on cryptographic methods of protection. The main characteristic of these currencies is their decentralized structure: there is no central authority which issues and regulates the currency, and transactions are executed using a peer-to-peer cryptocurrency protocol without intermediaries (2016, p. 2).

Adicionalmente, hay quienes sostienen que el Bitcoin se comporta principalmente como activo y no como medio de cambio. Esta distinción es importante puesto que influye en el valor fundamental de la criptomoneda. En particular, el Bitcoin puede utilizarse como dinero para intercambiar bienes, pero Glaser sostiene, a partir de un estudio realizado en 2014, que la criptomoneda parece comportarse como activo. Para ello, afirma que en caso de que los usuarios quieran utilizar Bitcoins como medio de cambio, una vez adquirida la criptomoneda, deberían emplearla para comprar bienes o servicios. Sin embargo, el autor no observa una relación entre la cantidad de participantes y el volumen de la red y, por ende, concluye que la criptomoneda no pareciera ser utilizada como medio de cambio, sino más bien con fines especulativos.

A continuación, explicamos el funcionamiento de la criptomoneda e introducimos algunas de las características que determinan su valor fundamental, para poder comprender el fenómeno con una mayor profundidad y para poder detallar el análisis.

### **3.1 Funcionamiento del Bitcoin**

Bitcoin es una criptomoneda, y por ende una moneda virtual, cuyo funcionamiento no depende de un emisor central. Por el contrario, la criptomoneda utiliza tecnología *peer to peer* (P2P) que permite establecer una conexión directa entre ordenadores que se encargan de gestionar las transacciones y de emitir Bitcoins. Además, el sistema se basa en una cadena de bloques o *blockchain* en el que se incluyen todas las transacciones confirmadas. Es decir, una transacción de Bitcoins entre usuarios será incluida y quedará registrada en la cadena de bloques a través del sistema *peer to peer*.



Las transacciones de Bitcoin, que serán incluidas en la cadena de bloques, requieren de la llave pública del receptor y de la llave privada del emisor. Para comenzar, en caso de que un usuario quiera transferir Bitcoins a otro usuario, deberá añadir la llave pública del destinatario y tendrá que firmar con su llave privada y encriptada. Una vez efectuada la transacción, será confirmada y validada por la red a través del sistema *peer to peer*, para luego ser incluida en el *blockchain*.

Por su parte, la “minería” es el proceso que se encarga de verificar y de validar las transacciones. Para ello, los denominados “mineros” deben utilizar el poder computacional para resolver problemas criptográficos que validan las transacciones que deben ser incluidas en la cadena de bloques. Además, garantizan la seguridad de la red puesto que no permiten que alguien pueda agregar nuevos bloques a la cadena que no hayan sido validados por el sistema.

Con respecto a la oferta de la criptomoneda, los “mineros” obtienen Bitcoins a cambio de su trabajo. En particular, la creación de dinero se desarrolla según un esquema fijo preestablecido por su creador. El sistema está configurado para que la cantidad máxima de Bitcoins no supere los 21 millones.

### **3.2 Comportamiento reciente**

Si bien el Bitcoin fue creado en 2009, el propósito del presente trabajo es el de analizar el comportamiento del precio de la criptomoneda entre 2015 y comienzos de 2018. Como puede observarse en el *Gráfico 2*, el Bitcoin comenzó a experimentar un aumento en su precio a partir de 2015, con una aceleración exponencial durante el segundo semestre de 2017, y experimentó una caída considerable a principios de 2018.

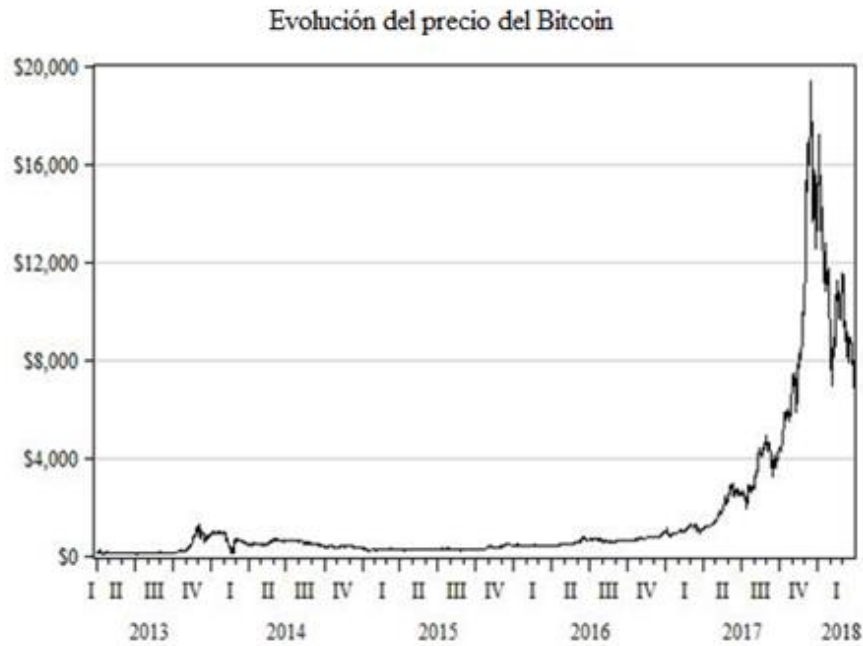


Gráfico 2. Fuente: Coindesk.com.

### 3.3 Valor fundamental

Para poder determinar la presencia de una posible *burbuja*, se debe comparar el valor fundamental del activo con su precio de mercado. Por ende, a continuación, introducimos aquellas características de la criptomoneda que, a nuestro entender, determinan su valor fundamental.

Para comenzar, el valor de una moneda virtual depende, en gran medida, de la cantidad de usuarios, lo cual está estrechamente relacionado con la liquidez. En particular, Fantazzini *et al.* (2016) sostiene que posee una serie de beneficios.

- A medida que aumenta la cantidad de usuarios, la criptomoneda se vuelve más útil ya que puede ser intercambiada con mayor facilidad.
- Las monedas requieren confianza que solo puede ser obtenida con el tiempo y, consecuentemente, al ser la primera criptomoneda, posee una ventaja sobre las demás.
- A medida que aumenta el volumen intercambiado, hay una mayor cantidad de costos de transacción y esto atrae nuevos “mineros” que pueden obtener mayores beneficios. Por consiguiente, el sistema se vuelve más seguro.

Adicionalmente, el valor fundamental del Bitcoin se relaciona estrechamente con sus respectivas innovaciones, que serán especificadas en el presente trabajo posteriormente. Por último, es importante destacar que el Bitcoin tiene valor fundamental ya que las personas lo aceptan (Van Alstyne, 2014).

Si bien el Bitcoin posee diversas ventajas y funciones que le otorgan valor fundamental, hay quienes sostienen que, dada la elevada volatilidad que caracteriza a la criptomoneda, su valor fundamental es objetable. Para poder refutar esta idea, consideramos que lo afirmado por Marshall Van Alstyne resume a la perfección una idea crucial que debe ser tenida en cuenta: “volatility alone is not a reason a commodity cannot function as currency, only a reason why risk averters avoid it” (2014, p. 3).

#### **4. Análisis cuantitativo de la serie temporal**

##### **4.1 Introducción a la valuación del Bitcoin**

El objetivo de esta sección es intentar demostrar la existencia de un componente *burbuja* en el precio de mercado del Bitcoin. Para efectuar el análisis, el período que analizamos es el comprendido entre el 13 de agosto de 2015 y el 16 de diciembre de 2017. Este lapso temporal contempla desde el inicio hasta la culminación de los incrementos secuenciales en el precio.

En primer lugar, los métodos tradicionales de valuación, que utilizan flujos de fondos futuros descontados, no pueden utilizarse para determinar el valor de la criptomoneda. Esto se debe a que el Bitcoin no genera flujos de fondos, y a que no posee una tasa de interés de referencia que pueda utilizarse para descontar los flujos. Por consiguiente, se deben utilizar métodos “alternativos” para poder determinar su valor.

En los últimos años, numerosos autores han desarrollado distintos métodos enfocados en lograr determinar un *fair value* de referencia para el Bitcoin. Woo *et al.* (2013) desarrollaron un modelo que busca determinar un valor distinto para los roles principales que se le asignan a la criptomoneda y luego los adicionan para llegar a un valor final. Por otra parte, García *et al.* (2014) determinaron que el *fair value* del Bitcoin debe ser al menos aquello que cuesta producir una unidad a través del proceso de “minería”. Sin

embargo, dado que ambos métodos dependen significativamente de supuestos “poco realistas”, resultan ineficaces a nuestro entender. A modo de ejemplo, el modelo de Woo asume que el Bitcoin se posicionará como uno de los tres principales activos en la industria de intercambio de monedas. Por su parte, García *et al.* consideran un único precio estándar para la electricidad, omitiendo la diferencia de costos por factores geográficos.

Es importante destacar que el valor fundamental de un activo puede cambiar a lo largo del tiempo. En particular, si hay un incremento en la cantidad de usuarios, el valor de la criptomoneda debería aumentar, puesto que podría ser intercambiada entre una mayor cantidad de personas. Por consiguiente, dada la dificultad de determinar un valor numérico puntual, utilizamos un modelo que intenta determinar la presencia de una *burbuja* a partir de síntomas típicos que suelen presentar las *burbujas* endógenas.

#### **4.2 Modelo *log-periodic power law***

El modelo *log-periodic power law* es aplicable a precios de activos afectados por una *burbuja* endógena (Liberatore, 2010). La idea subyacente es que, en caso de que el precio del activo crezca de forma insostenible, este puede ser modelado a partir de fuertes oscilaciones, en conjunto con un crecimiento “super-exponencial”. Tanto el crecimiento como las oscilaciones son producto de un tipo de comportamiento característico de agentes que *tradean* en base a “ruido<sup>5</sup>”. Este modelo fue diseñado por Johansen, Ledoit y Sornette (2000), por lo que también se lo conoce como JLS, en alusión a los apellidos de los autores.

A diferencia de otro tipo de modelos que emplea la literatura, el JLS modela el comportamiento *burbuja* del activo considerando el mecanismo intrínseco que lo conduce, en lugar de interpretarlo a partir del contraste con su valor fundamental. El modelo en cuestión ha sido desarrollado con el fin de describir la evolución de un precio durante un régimen de crecimiento insostenible. Si se encontrase afectado por una *burbuja* endógena, el precio debería exponer ciertas oscilaciones que reflejen patrones de agrupamiento de agentes. Zhou *et al.* (2005) han demostrado que estos comportamientos se manifiestan mediante *log-periodic oscillations* en el precio, con amplitudes

---

<sup>5</sup> Información o actividad que confunde o tergiversa las tendencias genuinas.

decrecientes. Los argumentos que justifican la veracidad del modelo, y su utilización para identificar una burbuja endógena, se nutren de enunciados propios del área de *behavioral finance*<sup>6</sup>.

Todas las consideraciones y supuestos que realiza el modelo conducen a una fórmula que, al ajustarla al precio de mercado de un activo que cumple con los requisitos previos, describe el régimen de crecimiento insostenible causado por el componente *burbuja*. De esta forma, Johansen, Ledoit y Sornette establecen que el valor esperado del precio logarítmico puede ser descrito por la siguiente ecuación:

$$\ln E [p(t)] = A + B(t_c - t)^m + C(t_c - t)^m \cos[\omega \ln(t_c - t) + \phi] \quad (1)$$

Sujeta a las siguientes restricciones:

$$\begin{array}{ccccccc} A > 0 & & B < 0 & & t_c > T & & 0 < m < 1 \\ -1 < C < 1 & & 2 < \omega < 20 & & & & 0 < \phi < 2\pi \end{array}$$

Esta ecuación describe la evolución del precio previo al *crash*<sup>7</sup>. A continuación, describimos los parámetros empleados.

- El tiempo crítico ( $t_c$ ) es el momento teórico en el cual el *crash* debería producirse.
- Cuando el precio llega a su punto crítico ( $t = t_c$ ) la esperanza del precio logarítmico es igual a la constante  $A$ . En ese caso, la constante  $A$  representa el precio luego del colapso.
- La constante  $B$  indica la magnitud de la aceleración exponencial en el precio, descrita por la *power-law*, y el exponente ( $m$ ) determina la velocidad del crecimiento exponencial.

<sup>6</sup> Las razones por las que los síntomas que identifica el modelo son consecuencia de un proceso especulativo se encuentran explicitadas en el *Anexo 2*.

<sup>7</sup> Una derivación simplificada de esta fórmula puede ser encontrada en el *Anexo 1*. Para información detallada sobre cómo se formula el modelo y sobre cuáles son las implicancias de cada factor, véanse Johansen et al. (2000) y Sornette (2003).

- La última parte de la ecuación describe el comportamiento de las *log-periodic oscillations*:  $C$  cuantifica la amplitud de las oscilaciones,  $\omega$  es el parámetro que determina las oscilaciones y, por último,  $\phi$  es una *phase constant* que cuantifica la escala temporal de las oscilaciones.

Considerando que las *burbujas* endógenas en el precio de un activo están caracterizadas por un crecimiento “super-exponencial” y por *log-periodic oscillations*, es posible reescribir (1) para que describa una situación en la que ambos fenómenos no sean considerados por la estimación. En otras palabras, este escenario denota la ausencia de una *burbuja* endógena. Liberatore propone que, si  $m = 1$  y  $C = 0$ , el modelo se reduce a un problema de estimación lineal de la serie de tiempo, cuyos parámetros pueden ser obtenidos a partir del uso del método de mínimos cuadrados ordinarios. La ecuación entonces puede ser reescrita de la siguiente manera:

$$\ln(p) = A - B(t_c - t) \quad (2)$$

A partir de las dos ecuaciones provistas, es posible determinar la presencia de una *burbuja*. En el caso en el que (1) sea incapaz de explicar el comportamiento del precio del activo significativamente mejor que (2), habría evidencia suficiente para afirmar que el precio del activo no se encuentra afectado por un componente *burbuja*. Para ello, se debe regresar el precio logarítmico del Bitcoin en ambas ecuaciones y se debe comparar el error estándar.

### 4.3 Parametrización

El principal problema que presenta el modelo *log-periodic power law* yace en su parametrización, esto es, el proceso mediante el cual se adaptan las variables a la serie temporal escogida. En primer lugar, es importante seleccionar un período temporal que se acople a las exigencias del modelo. Para esto, la regla básica que proponen los autores respecto a la selección del espacio temporal es que  $t_0$  debe ser la observación que corresponde al valor mínimo del precio de mercado previo al inicio de las subas en el precio, mientras que la última observación debe ser el precio máximo previo al colapso.

Existen diversas formas de realizar la parametrización. No obstante, prácticamente todos los procesos de optimización no-lineal pueden fallar al intentar encontrar una solución al sistema, debido a la presencia de numerosos mínimos locales. Lo que se propone para minimizar el error en la estimación, producto de un estancamiento en un mínimo local, es encontrar soluciones iniciales que se acerquen, en la mayor medida posible, a la solución global.

Generalmente, el método empleado para hallar las estimaciones iniciales en este tipo de problemas es la *Tabu Search*. Sin embargo, debido a las dificultades técnicas que esta conlleva, emplearemos un método de deducción matemática propuesto por Liberatore (2010). Posteriormente, utilizaremos el algoritmo de *Levenberg-Marquardt* para encontrar la solución definitiva al problema, que logra minimizar la suma de los errores cuadráticos de la función estimada, respecto a la serie de precios históricos del Bitcoin. Esto se logra a partir de la iteración en torno a la asignación de las variables iniciales.

Las soluciones iniciales se determinan de la siguiente manera:

- $A$  y  $B$  se obtienen a partir de la solución de mínimos cuadrados ordinarios que corresponde a (2). Estos parámetros determinan también la recta que potencialmente desestima la presencia de una *burbuja* endógena;
- $m$  y  $C$  mantienen su restricción de modo tal que son iguales a 1 y 0 respectivamente;
- $\omega$ ,  $t_c$  y  $\phi$  se obtienen al analizar las fluctuaciones en la serie temporal. En primer lugar, se deben tener en cuenta tres “picos” en el precio del activo que sean consecutivos en ángulo, y a cada uno de estos se le asignará un valor igual a su número de observación:  $i, j$  y  $k$  según un orden temporalmente ascendente. Si dos índices  $i < j$  son consecutivos en ángulo, entonces  $\frac{(t_c - i)}{(t_c - j)} = \frac{e^{2\pi}}{\omega}$ . A través de estos tres valores obtenemos el *scaling ratio* de la serie temporal, representado por  $\rho = \frac{e^{2\pi}}{\omega}$ . El *scaling ratio*, junto con las observaciones  $i, j$  y  $k$  determinan los valores iniciales de los parámetros a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\rho = \frac{j - i}{k - j} \quad t_c = \frac{\rho k - j}{(\rho - 1)} \quad \omega = \frac{2\pi}{\ln(\rho)} \quad \phi = \pi - \omega \ln(T - k)$$

#### 4.4 Resultados propuestos

Tal como explicita Liberatore, cada selección de valores de  $i, j$  y  $k$  determina una solución inicial diferente, de modo tal que, a partir de un proceso de *trial & error* se alteran estos valores. En este caso, los valores que minimizan el error de la función son los que se encuentran representados en el *Gráfico 3* y equivalen a  $i = 758$ ,  $j = 819$ ,  $k = 850$ .



Gráfico 3. Selección de parámetros. Elaboración propia.

A partir de los cálculos matemáticos propuestos y de los valores que arroja la resolución por mínimos cuadrados ordinarios para (2), el vector de parámetros iniciales que proporcionó la menor suma de los errores al cuadrado, tras someterse al proceso de *Levenberg-Marquardt*, fue el siguiente:

$$(A, B, t_c, m, C, \omega, \varphi) = (8,4922; -0.003; 882.03; 1; 0; 9.2824; -29.03)$$



Al ajustar estos valores a la función del modelo *log-periodic power law* (1) para los valores logarítmicos de los precios del Bitcoin, en el período comprendido entre el 13 de agosto de 2015 y el 16 de diciembre de 2017, el algoritmo de *Levenberg-Marquardt* determina que la solución del proceso de optimización es la siguiente:

$$(A^*, B^*, t_c^*, m^*, C^*, \omega^*, \phi^*) = (10,652; -0.496; 858,88; 0,345; 0,011; 18.568; 0.1)$$

Luego de reemplazar los valores hallados en (1), se obtiene lo siguiente:

$$\ln E [p(t)] = 10,652 - 0.496(858,88 - t)^{0,345} + 0,011(t_c - t)^m \cos[18.568 * \ln(858,88 - t) + 0.1]$$

Posteriormente, a partir del análisis gráfico, se compara el ajuste del modelo *log-periodic power law* con respecto al caso que no contempla la presencia de una *burbuja*.

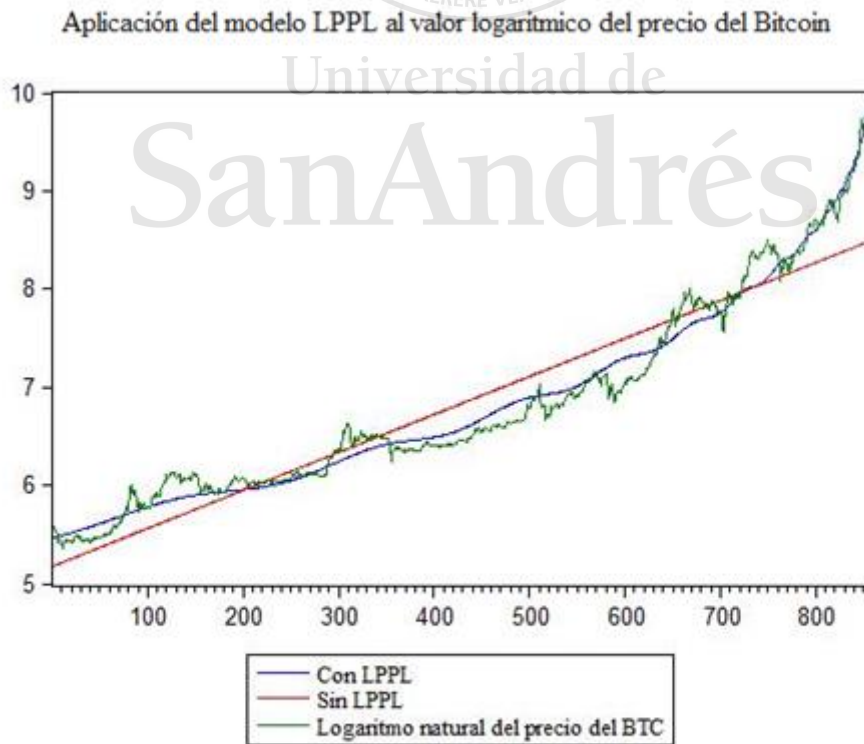


Gráfico 4. Elaboración propia.

Al analizar el ajuste del caso que considera la presencia de una *burbuja* endógena en el precio (1) con respecto a aquel que la desestima (2), hallamos que el primer caso ajusta significativamente mejor a la serie temporal del Bitcoin. A partir del análisis del error estándar de cada estimación, este es de 0.32 para el segundo caso (con LPPL), y de 0.14 para el primer caso (sin LPPL). Esta reducción en el error de la estimación, es considerada evidencia suficiente para afirmar que la serie temporal posee crecimiento “super-exponencial” y *log-periodic oscillations*. De este modo, no resulta aventurado afirmar que el precio del Bitcoin tiene integrado un componente *burbuja* que desvía su valor de mercado de su valor fundamental<sup>8</sup>.

Si contrastamos las soluciones de los parámetros  $m$  y  $\omega$  con las estimaciones obtenidas por Fišer (2014), quien realizó un procedimiento similar para analizar las *burbujas* que afectaron al Bitcoin en abril y noviembre de 2013, podemos realizar una serie de inferencias respecto a los tres casos de *burbujas*. En primer lugar, la *burbuja* de noviembre de 2013 fue la que presentó la menor aceleración en el incremento de los precios, puesto que el parámetro  $m$  es igual a  $-0.34$ , mayor que aquel de la *burbuja* de abril ( $-0.48$ ) y de diciembre de 2017 ( $-0.49$ ). Por su parte, considerando el parámetro  $\omega$ , hallamos que la *burbuja* de 2017 fue aquella en la que se observaron más oscilaciones en el precio, dado que  $\omega = 18.56$ , en contraste con la *burbuja* de abril ( $\omega = 7.04$ ) y la de noviembre ( $\omega = 3.05$ ).

## 5. *Burbujas* históricas y Bitcoin

En la presente sección investigamos en detalle la relación entre el Bitcoin y las *burbujas* descritas anteriormente. En particular, tomando como referencia la sección anterior que pareciera indicar la presencia de una *burbuja*, analizamos la relación entre la criptomoneda en cuestión y los principales episodios especulativos de la historia. La intención de esto último, será intentar determinar cualitativamente la presencia de los rasgos típicos de una *burbuja* en el caso Bitcoin.

Con base en la definición de Garber introducida previamente, las *burbujas* ocurren cuando el precio de mercado del activo se desvía de su valor fundamental. Cuando esto

---

<sup>8</sup> Las salidas de regresión se encuentran en el *Anexo 3* del presente trabajo.

sucede, el precio no puede ser explicado en su totalidad a partir de los *fundamentals*. A continuación, analizamos algunos aspectos que alteran el precio de mercado y que contribuyen a formar una *burbuja*.

A modo organizativo, consideramos aquellas cuestiones centrales que permitirán enriquecer la investigación. Los temas que abordamos son aquellos vinculados con la innovación y la regulación. En todos los casos, analizamos el caso Bitcoin en primer lugar y, posteriormente, nos referimos a las distintas *burbujas*.

## 5.1 Innovación

La determinación del origen puntual de una *burbuja* financiera resulta ser una cuestión sumamente compleja, puesto que la concepción de estos episodios suele atribuirse a diversas causas. Sin embargo, es importante destacar que los activos afectados por las epidemias especulativas descritas, han presentado características innovadoras para su época. Por consiguiente, no parece aventurado afirmar que una *burbuja* financiera requiere de algún tipo de innovación para captar la atención de los inversores.

La innovación suele verse reflejada en la creación de nuevos productos o servicios que posean utilidad para la sociedad en general. Es decir, el producto o servicio satisface necesidades de la población, y esto genera bienestar. Es importante destacar que la innovación no se refiere únicamente al desarrollo de nuevos bienes o servicios, sino que también incluye las mejoras o modificaciones a productos ya existentes.

En concordancia con esta cuestión, Pack (2002) afirma que las *burbujas* económicas se desarrollan debido a que los inversores sobreestiman expectativas respecto a una nueva tecnología o producto. La especulación en torno a las innovaciones, en particular respecto a su potencial, conduce a los inversores a involucrarse en *ventures*<sup>9</sup> que generalmente hacen caso omiso de la situación actual de la tecnología que buscan explotar.

Las innovaciones, tanto tecnológicas como financieras, impulsan el nivel de comercio en un mercado. La presencia permanente de puntas de compra y venta contribuye de forma positiva a la liquidez del activo. Naturalmente, no puede existir un incremento exponencial en el precio de un activo ilíquido, es decir, es condición necesaria que haya

---

<sup>9</sup> Proyecto o actividad riesgosa.

un significativo volumen de mercado para que el componente *burbuja* pueda desarrollarse. En síntesis, la innovación demandada por el público genera liquidez y esto fomenta el desarrollo del episodio especulativo.

### 5.1.1 Bitcoin

El Bitcoin logró captar la atención de los inversores a partir de numerosas características que representan una ventaja por sobre el tradicional dinero fiduciario, amparado por bancos centrales. En la página web dedicada a la criptomoneda, bitcoin.org, varias de estas características son secuencialmente mencionadas, entre las que destacan las siguientes.

- Control “anti-fraudes”: establece que el Bitcoin como medio de pago es inmune a las típicas estafas adjudicables a los medios de pago electrónicos, como por ejemplo reembolsos o pagos no intencionales. Esto se debe a las características del *blockchain* y a que los Bitcoins se encuentran encriptados en discos rígidos, que solo pueden ser accedidos por sus propietarios. En la práctica, es sumamente difícil, y por ende costoso, duplicar Bitcoins.
- Accesibilidad Global: el Bitcoin está disponible en una gran cantidad de países, incluso en algunos donde no es posible acceder a otro tipo de medio de pago electrónico. El sistema garantiza una mayor flexibilidad ya que, al ser descentralizado, no hay restricciones horarias ni geográficas, a diferencia de lo que podría ocurrir con los bancos.
- Eficiencia en su estructura de costos: los creadores de la criptomoneda indican que una transacción de Bitcoin es más rápida y menos costosa que cualquier otro medio de pago (Nakamoto, 2008). Esto se debe a que no se requieren intermediarios humanos en un intercambio de Bitcoin, puesto que las transacciones son verificadas mediante sistemas computacionales. En particular, los “mineros” compiten por obtener las comisiones y por obtener nuevos Bitcoins.
- Sistema de registro de transacciones: dado que las transacciones quedan registradas en la cadena de bloques o *blockchain*, toda la información puede ser verificada por los usuarios. Como resultado, el sistema provee transparencia.

Adicionalmente, otra de las innovaciones de la criptomoneda yace en la oferta. En particular, hay una cantidad limitada de Bitcoins en circulación y la creación ocurre a una velocidad predecible y decreciente. Por ende, para que el precio se mantenga estable, la demanda debe crecer al mismo ritmo que la ya determinada oferta.

En síntesis, el atractivo que generó al ser la primera criptomoneda, en conjunto con características puntuales que la posicionan por encima de otros medios de pago alternativos, constituyen evidencia suficiente para afirmar que el Bitcoin es un activo líquido e innovador, condiciones indispensables para la generación de una *burbuja* financiera.

### **5.1.2 Tulipmania**

Durante la crisis de los tulipanes, surgieron flores con rasgos excéntricos que captaron la atención de los consumidores. Según Garber (1990), los tulipanes saldaron una necesidad muy particular en la población que fue la de distinguirse y demostrar *status* dentro de los escalones del orden social.

Adicionalmente, es relevante aludir a la innovación que representó la introducción de los contratos de futuros en el año 1636. Garber sostiene que, durante el verano de dicho año, surgieron grupos en las tabernas que recibieron el nombre de “colleges”. A grandes rasgos, estos grupos comerciaban bulbos a futuro a un precio pactado previamente. Generalmente, los compradores no tenían el dinero necesario para efectuar la compra en la fecha de vencimiento del acuerdo y los vendedores no poseían el bulbo que debía ser entregado. Por consiguiente, el único pago que se efectuaba era el equivalente a la diferencia entre el precio pactado y el precio de mercado.

En relación con esto último, los contratos de futuros permitieron satisfacer la demanda a lo largo del año, puesto que los tulipanes se cosechan solo en verano. Consecuentemente, los inversores inmediatamente lo convirtieron en el principal foco de los intercambios. Los contratos de futuros permitieron a los oferentes efectuar la venta de un bulbo de tulipán que aún no poseían en *stock*. De esta forma, el mercado de los tulipanes adquirió un nivel de liquidez necesario para el desarrollo de una *burbuja*.

Para concluir, la euforia que generaron los tulipanes, y la inyección de liquidez producto de la incorporación de los contratos de futuros, fomentaron la demanda de bulbos. Es

decir, la combinación de ambos factores contribuyó a la formación del episodio especulativo.

### 5.1.3 South Sea Bubble

Entre las principales innovaciones de la South Sea Bubble, destaca la emisión de acciones bajo el formato de *subscription shares*. Este esquema fue un tanto particular puesto que los inversores debían realizar un pago inicial y luego pagos periódicos a cambio de un número específico de acciones. A través de los pagos periódicos, los inversores recibían una fracción de acción real. A partir de dicha estrategia, la empresa pudo vender acciones a un público más amplio ya que la exigencia de dinero era considerablemente menor.

En relación con esto último, según Shea (2007), los poseedores de las *subscription shares* las percibieron como una *call option* ya que debían pagar la suscripción, pero podían “defaultear” los pagos periódicos en caso de que la suscripción no arrojase suficiente valor. Es decir, el esquema otorgó flexibilidad a los inversores para obtener un mayor financiamiento. Si el precio de la acción se acrecentaba durante la suscripción, entonces el inversor habría adquirido acciones por un valor superior en comparación con lo que había pagado (Chang *et al.*, 2016). Este fue un mecanismo cuyos efectos resultaron intuitivamente similares a aquellos propios del mercado de futuros, que potenció la epidemia especulativa de la Tulipmania.

También es importante considerar que la empresa introdujo un programa ofreciendo préstamos en efectivo con el objetivo de financiar a los inversores. La garantía de dicho préstamo fueron las acciones de la compañía y resulta primordial aclarar que, ante una caída en el precio de estas, la garantía no hubiera sido suficiente para cubrir el préstamo (Shea).

Otro proceso de innovación característico, fue la aparición del mercado de seguros. Previo al año 1720, el comercio marítimo estuvo asegurado por un mercado que vinculó los viajes con aseguradoras individuales o con sindicatos privados. En 1720, en Gran Bretaña, surgieron las primeras corporaciones aseguradoras que se encargaron de cubrir los riesgos que representaban las *ventures* en ultramar. Como resultado, hubo un incremento en la demanda de acciones de empresas vinculadas con el comercio, como la South Sea.

Con base en lo afirmado, consideramos que las innovaciones mencionadas contribuyeron a generar la *burbuja*, puesto que impulsaron, simultáneamente, la demanda de acciones y la liquidez en el mercado. En particular, el esquema de suscripción de acciones que benefició a los inversores, el otorgamiento de préstamos con escasa garantía y la aparición del mercado de seguros, fueron algunas de las innovaciones propias del episodio especulativo inglés de 1720.

#### **5.1.4 Dotcom Bubble**

La *burbuja* Dotcom está íntimamente relacionada con la innovación tecnológica. A grandes rasgos, dadas las expectativas de crecimiento futuro, hubo un incremento en el precio de las acciones de empresas vinculadas con Internet.

En primer lugar, es importante analizar lo que se conoce con el nombre de “Ciclo de Gartner”. Este modelo explica la relación entre el cambio en las expectativas y la introducción de una nueva tecnología, a través de las siguientes fases.

1. Gatillo: presentación de un nuevo producto o servicio que genera interés en el mercado.
2. Sobreestimación de expectativas: la innovación conduce a un incremento en las expectativas que alcanzan su punto máximo.
3. Desilusión: caen las expectativas puesto que se comienzan a considerar las limitaciones del producto.
4. Iluminación: las empresas continúan experimentando para poder comprender los beneficios de la nueva tecnología.
5. Productividad: cuando los beneficios de la tecnología son comprobados y aceptados, las expectativas alcanzan un nivel estable.

Ciclo de Gartner para introducción de nuevas tecnologías

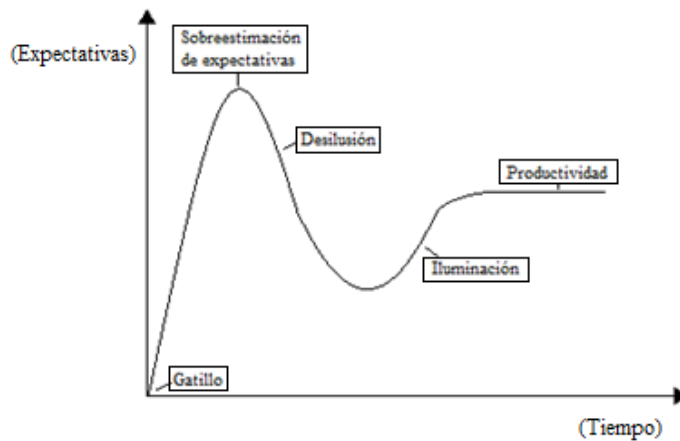


Gráfico 5. Fuente: Gartner Hype Cycle (Linden y Fenn, 2003)

A partir del *Gráfico 5*, podemos observar la semejanza entre el “Ciclo de Gartner” y las etapas de una *burbuja* propuestas por Minsky. Por consiguiente, en el caso de las *burbujas* tecnológicas, las expectativas adquieren mucha relevancia ya que, a nuestro entender, pueden explicar el desarrollo del episodio especulativo.

Adicionalmente, hubo una gran disponibilidad de dinero para financiar a las empresas Dotcom, dado el entusiasmo generado por la invención de Internet. Es importante considerar que este capital recibe el nombre de “capital de riesgo” o *venture capital*, puesto que se emplea para financiar a compañías en etapas de crecimiento que poseen mucho potencial en términos de retorno, pero que también poseen mucho riesgo. El mayor acceso al financiamiento, a través de *equity*, fomentó aún más la proyección de crecimiento de las empresas, y resultó en un incremento en la demanda de instrumentos de renta variable de empresas vinculadas con Internet.

A grandes rasgos, puesto que no se pudo estimar de manera relativamente acertada el flujo de fondos futuro de las empresas tecnológicas, las métricas tradicionales de valuación no pudieron ser utilizadas para determinar el valor de las empresas, y predominaron las expectativas de los inversores. El colapso de la *burbuja* Dotcom ocurrió ya que hubo un cambio en las expectativas, puesto que los inversores comenzaron a observar que habían sobreestimado el potencial de las firmas tecnológicas.



### 5.1.5 Subprime Mortgage Crisis

La crisis de 2008 ocurrió ya que hubo un incremento en la cantidad de hipotecas de alto riesgo. En términos generales, hubo una competencia entre bancos para no perder cuota de mercado y, como resultado, relajaron sus exigencias de otorgamiento de créditos. En este caso, la innovación se vio reflejada, principalmente, en la creación de nuevos instrumentos de crédito, entre los que destacaron las *mortgage backed securities* y las *collateralized debt obligations*.

En primer lugar, los préstamos hipotecarios son créditos garantizados por bienes inmuebles. Por consiguiente, en caso de que el prestatario no cumpla con sus obligaciones contractuales, el prestamista podrá tomar posesión de los bienes inmuebles del deudor. En relación con los préstamos hipotecarios, las *mortgage backed securities* (MBS) son títulos respaldados por hipotecas. Es decir, las agencias que otorgan créditos hipotecarios, utilizan dichos créditos como colateral para poder emitir títulos.

Por su parte, las *collateralized debt obligations* (CDO) también son instrumentos que se utilizan para emitir títulos respaldados. No obstante, a diferencia de las MBS, las CDO se estructuran en tramos que permiten distribuir el riesgo de prepago de distinta manera según el perfil del inversor. Durante la crisis de 2008 adquirieron mucha relevancia las *collateralized mortgage obligations*, que son un tipo de CDO cuya garantía son las hipotecas.

En síntesis, a partir de los instrumentos financieros creados, los bancos fueron capaces de deshacerse de las hipotecas de elevado riesgo en el mercado secundario. Este mecanismo les permitió financiarse y conceder una mayor cantidad de créditos. La facilidad de acceso a líneas de crédito por parte de los consumidores, potenció el valor de mercado de las viviendas a través de una mayor demanda. Es decir, el exceso de demanda fue aquello que impulsó la *burbuja* en el sector inmobiliario.

### 5.2 Regulación

En la presente sección nos referimos a la importancia de la intervención estatal en lo referido al desarrollo de las *burbujas* especulativas. Shiller sostiene que, en caso de que se produzcan estos fenómenos, la regulación no es una tarea fácil, puesto que las *burbujas* son eventos psicológicos y sociales. En palabras del autor, “Because bubbles are

essentially subtle social-psychological phenomena, they are, by their very nature, difficult to control” (2015, p. 13).

A grandes rasgos, en toda economía moderna existe algún tipo de intervención estatal. Hay distintas razones que justifican dicha intervención, entre las que destacan la corrección de “fallas de mercado<sup>10</sup>”, la existencia de bienes públicos y la distribución de la riqueza. Adicionalmente, el Estado provee leyes que conforman la estructura legal, necesaria para el funcionamiento del mercado.

En particular, en lo que respecta los episodios especulativos, la intervención estatal es crucial, ya que puede prevenir la formación de estos fenómenos a partir de la regulación y del control de mercado. A modo de ejemplo, durante la crisis de las hipotecas *subprime*, el Estado no reguló a las agencias calificadoras de riesgo y, como resultado, estas subestimaron el verdadero riesgo de los instrumentos financieros. Esto último fomentó el desarrollo de la *burbuja*, dado que los bancos comenzaron a vender dichos instrumentos a precios que no guardaron relación alguna con su nivel de riesgo.

En caso de que se desarrolle una *burbuja* y posteriormente colapse, el Estado puede adoptar una serie de medidas. Gerding (2014) sostiene que el Estado puede reinstaurar leyes que fueron suprimidas o ignoradas durante el desarrollo de la *burbuja*, o bien puede aplicar sanciones a aquellas personas o instituciones que fomentaron su desarrollo.

### 5.2.1 Bitcoin

Para comenzar, es importante considerar que el Bitcoin es una criptomoneda descentralizada. Es decir, es un activo no regulado por una entidad gubernamental. Por consiguiente, la criptomoneda es controlada por los usuarios.

En relación con la regulación, si bien la criptografía promueve el anonimato, es posible rastrear las transacciones de Bitcoin para hallar la identidad del individuo. Es decir, si bien el Bitcoin no es anónimo, en la práctica es sumamente complejo, pero posible, identificar a sus usuarios. En concreto, el nivel de anonimato del Bitcoin es mayor que el de los tradicionales sistemas bancarios, pero menor que el del efectivo.

---

<sup>10</sup> Situación que se produce cuando el mercado no es capaz de asignar recursos de manera eficiente.

El potencial del Bitcoin, en términos de la falta de regulación y de anonimato, puede ser comprendido a partir del ejemplo de “Silk Road”, que fue un mercado en línea que se utilizó para comerciar productos ilegales. La particularidad de este sitio web radicó en el medio de pago. En concreto, para poder intercambiar los bienes de manera relativamente anónima, se utilizó el Bitcoin como medio de pago. En relación con lo afirmado anteriormente, dada la criptografía, fue sumamente complejo reconocer a sus usuarios. Sin embargo, tras arduas investigaciones, su fundador, Ross Ulbricht, fue identificado y fue sentenciado a cadena perpetua.

Adicionalmente, las leyes actuales no contemplan el caso de criptomonedas como el Bitcoin. En palabras de Brito

Current law and regulation does not envision a technology like Bitcoin, so it exists in something of a legal gray area. This is largely the case because Bitcoin does not exactly fit existing statutory definitions of currency or other financial instruments or institutions, making it difficult to know which laws apply and how (2013, p. 27).

En un nivel internacional, hay una gran variedad de posturas en lo que respecta a la legalidad de la criptomoneda. A continuación, mencionamos algunos ejemplos que comprenden el abanico de posibilidades en lo referido a la regulación. Por un lado, Australia permite la utilización del Bitcoin y lo reconoce legalmente, a diferencia de Islandia, que ha prohibido su uso, dados los estrictos controles de capitales, instaurados luego de la crisis financiera de 2008.

En síntesis, las regulaciones en lo que respecta al Bitcoin, difieren según el país y hay algunas cuestiones como el “anonimato parcial” y la descentralización que dificultan la regulación. En la práctica, el desafío para aquellos encargados de la política regulatoria consiste en la capacidad de fomentar las ventajas y limitar los aspectos negativos de la criptomoneda.

### **5.2.2 Tulipmania**

En lo que respecta a la regulación, el Estado no quiso intervenir para solucionar los conflictos de intereses que surgieron a partir de los contratos de futuros. En particular, es importante destacar que, si bien existieron dichos contratos a partir del año 1636, el Estado no los reconoció en términos legales. Según Garber

The futures trading, which was the center of the activity, was clearly banned by the edicts; and in the end, the courts did not enforce deals made in the taverns where such trading occurred, all of which were repudiated. The authorities did not prosecute people for participating in proscribed futures contracts. They simply refused legal enforcement of such contracts (2000, p. 35).

A pesar de la especulación financiera, el Estado no penalizó la utilización de los contratos. Por consiguiente, si bien los edictos<sup>11</sup> prohibieron los contratos a futuro, la intervención estatal fue parcial, ya que, en la práctica, los contratos existieron y esto generó un incremento en el precio de los bulbos.

Ocurrido el colapso en el precio de los tulipanes, la intervención estatal y los contratos a futuro adquirieron relevancia. A grandes rasgos, los compradores a futuro no quisieron cumplir con sus obligaciones contractuales, dada la caída en el precio de mercado. A continuación, y en relación con la regulación, enumeramos los hechos históricos según Garber.

1. El 24 de febrero de 1637, en Ámsterdam, los políticos determinaron que las ventas de bulbos pactadas antes del 30 de noviembre de 1636 debían ser efectuadas. Para los contratos posteriores, el comprador podía cumplir lo pactado o bien pagar el 10% del dinero al vendedor.
2. El 26 de abril de 1637, los Estados de Holanda decidieron suspender todos los contratos. En particular, a partir de lo establecido en aquel entonces, los vendedores podían vender los bulbos comprometidos en contratos, a precios de mercado. Por su parte, los compradores debían pagar la diferencia entre el precio de mercado y el precio determinado por las autoridades.
3. El 28 de mayo de 1638, el gobierno municipal de Haarlem determinó que los vendedores debían recibir el 3,5% del precio acordado en el contrato. Esta medida fue adoptada por numerosos municipios y ejemplifica la intervención estatal decisiva.

---

<sup>11</sup> Aviso, orden o decreto publicado por la autoridad con el fin de promulgar una disposición o hacer pública una resolución.

A partir de los eventos descritos, es importante considerar la estructura temporal de los sucesos. En particular, si bien el fenómeno especulativo colapsó en febrero de 1637, el Estado intervino con determinación en mayo de 1638.

En síntesis, el Estado no tomó las medidas necesarias para prevenir el desarrollo de la *burbuja*. En particular, Garber sostiene que “to the authorities, the tulip speculation represented an obviously unsafe financial speculation in which a legitimate business had suddenly degenerated into a bizarre form of gambling” (2000, p. 35). Es decir, el Estado optó por ignorar la situación especulativa y, ocurrido el colapso, su intervención fue gradual, en lugar de inmediata.

### 5.2.3 South Sea Bubble

En términos regulatorios, la *burbuja* de la South Sea es relevante ya que el Estado intervino, pero de manera parcial. La corrupción política y las regulaciones partidarias son algunas de las cuestiones centrales en lo que respecta a la intervención estatal.

A grandes rasgos, dado el esquema de conversión de deuda gubernamental en acciones de la compañía, la relación entre la empresa y el gobierno fue sumamente estrecha. Es decir, la empresa financió al gobierno a partir de la emisión de acciones. Para poder poner en práctica dicho esquema, la compañía pagó sobornos a miembros del Parlamento (Garber, 2000). En términos de la gerencia de la compañía, las operaciones que efectuó el directorio pueden ser consideradas irresponsables en lo que respecta a la emisión de acciones y al esquema de suscripción utilizado.

Adicionalmente, previo al colapso de la *burbuja*, comenzó a haber una mayor competencia entre las empresas financiadas a través de la emisión de acciones. Como consecuencia, la compañía de la South Sea instó al gobierno a sancionar una ley que recibió el nombre de “Bubble Act”. Principalmente, esta ley impuso límites a la formación de nuevas empresas. El gobierno accedió al pedido de la compañía y sancionó la ley partidaria e imparcial. Gerding sostiene que

...the South Sea promoters responded to competition from the proliferation of other stock company schemes by persuading the government to pass the Bubble Act. This statute is often incorrectly described as arising in response to the collapse of the South Sea Company. Instead, it represented an attempt by the company to use the law to stifle completion. The Bubble Act had two effects. It prohibited the formation of new companies without authorization by an act of

Parliament. It also prevented existing companies from engaging in activities not specified in their charter (2014, p. 72).

En síntesis, tanto el pago de sobornos como la sanción de leyes subjetivas, constituyen ejemplos de corrupción política que fomentaron el desarrollo de la *burbuja*. En este caso, a diferencia de la Tulipmania, hubo intervención estatal, pero esta contribuyó a la formación de la *burbuja* en lugar de prevenirla.

#### 5.2.4 Dotcom Bubble

La desregulación federal de la industria de las telecomunicaciones fue relevante para el desarrollo de la *burbuja* Dotcom. En 1996, la “Ley de Telecomunicaciones” desreguló el mercado para remover las barreras de entrada y para promover la competencia. Como resultado, hubo un incremento considerable en la oferta de servicios, y esto repercutió negativamente en el precio de mercado de las compañías vinculadas con los servicios tecnológicos. Por consiguiente, numerosas empresas se declararon en estado de bancarrota, puesto que no pudieron hacer frente a sus obligaciones de deuda. (Gerding, 2014)

Con respecto a los aspectos más técnicos, Ofek y Richardson (2003), sostienen que la restricción a la venta en corto impulsó el desarrollo de la *burbuja*. La venta en corto consiste en la venta de activos que han sido tomados como préstamo. Es decir, el individuo toma prestados activos y los intercambia en el mercado. La lógica del intercambio yace en la expectativa de precio futuro, puesto que el vendedor deberá devolver el activo que ha tomado prestado. Por consiguiente, quien vende el activo en corto espera una reducción en el precio futuro del activo que debe devolver al prestamista. Según los autores, si no se permite la venta en corto, los inversores pesimistas no podrán reducir el precio a niveles razonables. En palabras de los autores, “While the asset prices are equilibrium determined to the extent that they reflect the underlying beliefs about payoffs, short sales restrictions force the pessimistic investors out of the market, leaving only optimistic investors and thus inflated asset price levels” (2003, p. 1113).

Para evitar futuros episodios especulativos, en Estados Unidos se promulgó la “Ley Sarbanes Oxley” con el objetivo de controlar a las empresas que cotizan en bolsa. Es decir, ocurrida la *burbuja* hubo un incremento en la intervención estatal. Entre otras cosas,

la ley estableció algunas modificaciones para garantizar una mayor transparencia (Gerding, 2014).

- Creación de un comité de auditoría para las empresas públicas.
- Límite al servicio que las empresas pueden efectuar para aquellas compañías cuyos estados contables auditan.
- Existencia de controles internos para garantizar la integridad de la información de la compañía.
- Establecimiento del “Public Company Accounting Oversight Board” para supervisar la industria y la auditoría de los estados financieros de empresas públicas.

En síntesis, si bien en un principio el Estado optó por desregular la industria de las telecomunicaciones, luego de la crisis, introdujo una serie de reformas que resultaron en una mayor intervención y en un mayor control de mercado.

### 5.2.5 Subprime Mortgage Crisis

Durante la crisis de 2008 hubo una difusión de crédito *subprime* que fomentó el desarrollo de la crisis especulativa. A grandes rasgos, estas hipotecas fueron préstamos concedidos a personas con historiales crediticios deficientes. Por su parte, también hubo un incremento en la cantidad de préstamos “Alt-A” concedidos. Estos últimos fueron otorgados a clientes con un historial crediticio superior al de las *subprime* o bien a personas con documentación incompleta sobre sus activos e ingresos.

En lo que respecta a la regulación, el rol de las agencias calificadoras de riesgo fue determinante. En particular, los bancos quisieron que la calificación crediticia de las hipotecas fuese elevada para poder comerciar los instrumentos financieros con mayor facilidad. En relación con esto, Baker sostiene que

...during the housing bubble, in which mortgage issuers earned their money on issuing the mortgage, not holding it, mortgage issuers wanted to make sure that the appraisal would be high enough to justify the mortgage. This meant that they wanted high appraisals. This bias quickly got passed through to appraisers, since they realized that if they came in with appraisals that were

too low to allow mortgages to be issued, they would not be hired again by the bank (2008, p. 77).

Puesto que los bancos contratan a las agencias para que asignen un nivel de riesgo a sus instrumentos, puede generarse un conflicto de intereses. Es decir, las agencias pueden otorgar calificaciones que beneficien a los bancos con el objetivo de volver a ser contratadas en el futuro. Efectivamente, esto ocurrió durante la crisis de 2008 y, sin lugar a dudas, fomentó el desarrollo de la *burbuja*.

En relación con lo anterior, es crucial que el inversor posea información sobre el instrumento que planea adquirir. Dicha información debe ser proporcionada por las agencias calificadoras de riesgo que determinan el nivel de riesgo de los instrumentos y, por consiguiente, su precio. No obstante, durante la crisis de 2008 las agencias otorgaron calificaciones que no reflejaron el verdadero riesgo de los instrumentos.

Para concluir, la crisis de las hipotecas *subprime* ejemplifica la ausencia de regulaciones y la escasa intervención estatal. Principalmente, el Estado pudo haber intervenido en lo referente al trabajo de las agencias, encargadas de determinar el riesgo de los nuevos instrumentos financieros. Según Baker “there was a wide range of regulatory agencies at both the state and federal level that could have intervened to counteract some subset of these abuses. However, the Fed deserves the bulk of the blame for the abuses in the credit markets allowing for the housing bubble to grow unchecked” (2008, p. 81). Es decir, según el autor, la Fed permitió que se desarrollara la *burbuja*, en lugar de establecer las regulaciones necesarias para impedir su formación.



## 6. Conclusión

*Identifying historical bubbles, let alone determining whether markets are currently experiencing a bubble, remains more art than science.*

Gerding, 2014.

A partir del análisis cuantitativo y cualitativo, hemos intentado determinar la presencia de un comportamiento típico de *burbuja* en el caso Bitcoin, en el lapso comprendido entre mediados de 2015 y finales de 2017.

Para la comparación de los eventos especulativos en la sección cualitativa, se han considerado las siguientes *burbujas*: Tulipmania, South Sea, Dotcom y la Subprime Mortgage Crisis. A través del estudio de estos casos, hemos identificado la presencia de dos factores recurrentes, que son la innovación y la ausencia de regulación. El primer factor es crucial puesto que capta la atención de los inversores y provee liquidez al mercado, condiciones que, a nuestro entender, son necesarias para el desarrollo de una *burbuja*. Por otra parte, la regulación constituye un factor importante para evitar la formación de eventos especulativos, y para restaurar el orden económico, ocurrido el colapso.

En lo que refiere al caso Bitcoin, ambos factores pueden ser localizados. La criptomoneda posee numerosas características innovadoras entre las que destacan la eficiencia en su estructura de costos respecto al dinero respaldado por los bancos centrales, la accesibilidad global, y la seguridad de las transacciones producto de la criptografía. Con respecto a la regulación, no existe consenso global respecto a la condición legal de la criptomoneda. Es decir, la situación difiere según el país y, por ende, la intervención estatal atomizada no es suficiente para evitar un frenesí especulativo mundial.

Para el análisis cuantitativo, al emplear el modelo *log-periodic power law*, propuesto por Johansen, Ledoit y Sornette, hemos podido identificar síntomas que, según describe el área de *behavioral finance*, son propios de una *burbuja* especulativa. En particular, el modelo identifica oscilaciones en torno al precio que son causadas por cambios espontáneos en el sentimiento de los inversores, y crecimiento “super-exponencial”. A partir de la aplicación del modelo, hemos determinado que el precio del Bitcoin, en el

lapso temporal escogido, ha mostrado ambos comportamientos. Por ende, concluimos que la criptomoneda posee un componente *burbuja* en su precio de mercado.

Para concluir, si bien el trabajo aborda los últimos años de la criptomoneda, creemos que deberán realizarse investigaciones adicionales a futuro, que intenten determinar el componente *burbuja* del Bitcoin, dado que es una moneda sumamente volátil, cuya historia es reciente.



Universidad de  
**San Andrés**

## 7. Anexos

### 7.1 Anexo I

A modo de ilustración, y con el objetivo de un mejor entendimiento del análisis cuantitativo, presentamos una derivación simple del modelo JLS realizada en Philipp (2015). En primer lugar, la asunción que se realiza en el modelo es que el precio del activo varía según la siguiente ecuación:

$$dP_t = \mu(t)P_t dt - \sigma(t)P_t dW_t - kP_t dj \quad (3)$$

Donde  $\mu(t)$  es un “*drift*” que fluctúa en función del tiempo,  $\sigma(t)$  es la volatilidad y  $dW_t$  es un paso infinitesimal en un proceso de Wiener estándar. El último término describe cómo será la caída en el precio cuando llega el momento crítico:  $j$  es un proceso de salto o *jump* cuyo valor cambia de 0 a 1 en el momento en el que el *crash* se efectúa, mientras que  $k \in (0,1)$  cuantifica la amplitud del salto en el precio. La probabilidad con la que el *jump process* modifica su valor es el *hazard rate*, que hace referencia a la probabilidad por unidad de tiempo de que un *crash* suceda:

$$dj = \begin{cases} 0, & \text{con probabilidad } h(t)dt \\ 1, & \text{con probabilidad } (1 - h(t))dt \end{cases}$$

Para el caso en el que el *crash* aún no haya sucedido, podemos calcular las expectativas de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} E_t \left[ \frac{dP_t}{P_t} \right] &= \mu(t)dt - kE_t[dj] \\ &= \mu(t)dt - k(1 \times h(t) + 0 \times (1 - h(t))) \\ &= \mu(t)dt - kh(t)dt \end{aligned}$$

La condición de no arbitraje que estipula el modelo, establece que el proceso que sigue el precio debería ser una martingala (el valor esperado de una variación en el precio es igual a cero). Por consiguiente:

$$\mu(t) = kh(t) \quad (4)$$

Esta ecuación indica una relación intuitiva entre riesgo y retorno: cuanto mayor y más inminente sea la caída en el precio, los inversores exigirán retornos mayores. La primera ecuación puede ser reescrita de la siguiente forma:

$$dP_t = kh(t)P_t dt - \sigma(t)P_t dW_t - kP_t dj \quad (5)$$

Integrando la ecuación mediante la separación de variables y tomando el retorno esperado, se obtiene lo siguiente:

$$E \left[ \log \frac{P_t}{P_{t_0}} \right] = k \int_{t_0}^t h(t') dt'$$

Aquí se utilizó que  $W_t$  describe un proceso de Movimiento Browniano. Mientras mayor sea la probabilidad de *crash* en la última ecuación, a mayor velocidad deberá crecer el precio, dado que debe obedecer el proceso de martingala.

Adicionalmente y en relación con el *hazard rate*, se supone que el precio del activo crece según la “*power law*”:

$$h(t) = B(t_c - t)^{m-1}, \quad 0 < m < 1$$

La constante  $B$  debe ser mayor a 0 y  $t_c$  representa el tiempo crítico o el día teórico en el que la *burbuja* explota. El parámetro  $m$  debe mantenerse dentro de esos límites, dado que, de lo contrario, el precio divergiría antes del momento del *crash*. En  $t_c$  la burbuja posee la mayor probabilidad de “explotar”. Si se inserta este valor de  $h(t)$  en (5), es posible obtener el comportamiento del precio según la *power law*. Sin embargo, el *hazard rate* puede ser generalizado si se tienen en cuenta *las hierarchical structures* de los mercados financieros. En Johansen *et al.* (2000), la expansión de primer orden del *hazard rate* está presentada de la siguiente forma:

$$h(t) \approx B(t_c - t)^{m-1} + C(t_c - t)^{m-1} \cos[\omega \ln(t_c - t) + \phi] \quad (6)$$

Si se inserta el nuevo valor para el *hazard rate* en la ecuación que lo relaciona con el precio de mercado del activo, se obtiene la ecuación fundamental del modelo JLS:

$$\ln E [p(t)] = A + B(t_c - t)^m + C(t_c - t)^m \cos[\omega \ln(t_c - t) + \phi]$$

Universidad de  
San Andrés

## 7.2 Anexo II

### Behavioral Finance

La rama emergente del ámbito de las finanzas, denominada *behavioral finance*, se dedica a investigar los factores cognitivos y emocionales que afectan la toma de decisiones de los individuos, grupos y organizaciones (Ricciardi y Simon, 2000). Este ámbito agrupa investigaciones que omiten los preconceptos típicos en los modelos económicos tradicionales, como aquel que enuncia que los agentes son siempre racionales y, por ende, constantemente operan maximizando su utilidad esperada. Los dos pilares en los que se apoyan estas investigaciones son la psicología cognitiva y los límites al arbitraje, es decir, la presencia de mercados ineficientes (Ritter, 2003).

A partir de los conceptos propios de la *behavioral finance*, la literatura ha sido capaz de explicar fenómenos económicos desde una nueva perspectiva. Esto impulsó una mayor aceptación de la disciplina por parte de las ciencias económicas. Robert Shiller, premio Nobel de economía en el año 2013, sugiere que la literatura relacionada con el ámbito de las finanzas ha recaído en un tratamiento más matizado de la teoría de los mercados eficientes, apoyándose, en mayor medida, en aspectos psicológicos de los agentes (Shiller, 2003).

### Burbujas especulativas

En los últimos años, el análisis de las *burbujas* económicas se ha desviado notablemente de las hipótesis que aseguran que los mercados son eficientes. Si bien Eugene Fama (2013), el principal impulsor de las hipótesis de eficiencia de mercado, niega la existencia de *burbujas* especulativas, nuevas vertientes de pensamiento como aquella impulsada por Shiller, reafirman la existencia de este tipo de fenómenos y los describen como “...a situation in which news of price increases spurs investor enthusiasm, in a sort of psychological epidemic” (Shiller, 2015, pp.12).

Con base en el análisis cuantitativo, hemos aplicado un modelo que intenta determinar la presencia de una *burbuja*, a partir de síntomas generados por comportamientos inusuales en los agentes. Esto implica que gran parte de la “potencia” explicativa del modelo *log-periodic power law*, se basa en el entendimiento de conceptos propuestos por la rama de

la *behavioral finance*, que permite describir el comportamiento de los agentes durante epidemias especulativas.

Esta vertiente económica argumenta que los inversores, en su mayoría, no recolectan la información óptima para evaluar los *fundamentals* de los activos, ni calculan las probabilidades ni los riesgos de sus decisiones. Por el contrario, los inversores no sofisticados deciden en función de “ruido”. Los denominados *noise traders* evalúan si deben comprar o vender un activo basándose en tendencias, emociones o estimaciones sobre el comportamiento de los demás agentes económicos (Gerding, 2014).

### **Sesgos en la valuación**

El área de *behavioral finance* se ha constituido a partir del análisis del comportamiento de los seres humanos y, en particular, se focaliza en cómo estos experimentan variaciones en su comportamiento, respecto de aquello que es considerado “racional”. Estas transformaciones en el comportamiento racional de los agentes reciben el nombre de sesgos y tienen un papel sumamente relevante en la explicación empírica de varios fenómenos económicos. Por su parte, Eric Gerding describe ciertos sesgos comunes que suelen contribuir a la formación de *burbujas*.

En primer lugar, destaca el “*overoptimism*”, que describe una situación en la que los inversores tienen una percepción favorable, y poco fundamentada, sobre sus portafolios. Este sesgo surge como resultado de la ausencia de lo que, en el ámbito financiero, recibe el nombre de *due diligence*, que refiere al proceso de abstraerse y analizar críticamente una oportunidad de inversión, para identificar si esta se encuentra alineada con los objetivos y el perfil de riesgo del inversor. Esta faceta suele ser atribuida a los inversores “no profesionales” que tienden a presentar este comportamiento.

Otro sesgo que pueden presentar los agentes es el de “*overconfidence*”, que denota una tendencia en los individuos a sobreponderar sus propias habilidades en lo que respecta a la elección de las inversiones. Esta cuestión está relacionada con un fenómeno conocido como *capital market myopia*, que suele ser descrito de la siguiente forma: “phenomenon where investors become so engaged with the companies they support, they fail to realise the wider-reaching implications of their collective activities upon the industry” (Sahlman y Stevenson, 1985). A modo de ejemplo, y en relación con la *burbuja* Dotcom, el caso de

eToys denota claramente la presencia de este último sesgo. En particular, los inversores confiaron desmedidamente en su proyección en lo relativo al *market share* de la compañía y descuidaron la situación real, vigente en aquel entonces.

### **Irrational Exuberance**

El término *Irrational Exuberance* fue empleado por primera vez por Alan Greenspan en 1996, cuando aún era presidente de la Reserva Federal de Estados Unidos, en un discurso que denotó la fragilidad del mercado ante perturbaciones psicológicas. Greenspan, en alusión a la fuerte tendencia alcista que presentaba el mercado, indicó que la *irrational exuberance* de los inversores pudo haber influenciado excesivamente los activos productivos. Esta declaración fue interpretada como un posible “blanqueo” respecto a la presencia de una *burbuja* especulativa por parte del presidente de la Reserva Federal. Como consecuencia, los inversores reaccionaron inmediatamente, generando una caída sistemática de los mercados de *equity* a nivel global.

El discurso de Greenspan evidenció que los precios en el mercado estaban sesgados por expectativas en demasía optimistas, por ende, ante la advertencia de parte del presidente de la Reserva Federal, el mercado reaccionó mediante un *sell-out* generalizado de *equity*. Ante esta situación, resulta poco convincente la idea de que los *fundamentals* o la valoración racional son lo único relevante para los mercados bursátiles.

Por su parte, Robert Shiller acuña este término para denominar a aquello que constituye el núcleo de cualquier epidemia especulativa. Según Shiller

Irrational exuberance is the psychological basis of a speculative bubble. I define a speculative bubble as a situation in which news of price increases spurs investor enthusiasm, which spreads by psychological contagion from person to person, and, in the process, amplifies stories that might justify the price increase and brings in a larger and larger class of investors, who, despite doubts about the real value of the investment, are drawn to it partly through envy of others' successes and partly through a gambler's excitement (2015, p. 32).

La definición permite una comprensión más abarcativa de aquello que ocurre durante una epidemia especulativa, y representa una situación que se adapta adecuadamente a la idea de que una *burbuja* especulativa muestra un crecimiento “super-exponencial”. Este concepto refiere a la emoción a partir de la cual los inversores elevan el precio de los activos a niveles que guardan una escasa -o nula- relación con los *fundamentals*.



En primer lugar, Shiller argumenta que el núcleo de las *burbujas* financieras radica en aspectos psicológicos del comportamiento humano. Hemos visto que, a lo largo de la historia, esto se ha corroborado a partir de los casos que han sido analizados en este trabajo. En concreto, la “manía” por los tulipanes en Holanda y los sesgos que presentaron los inversores al momento de decidir respecto a las acciones de la South Sea Company, ilustran la relevancia de los factores psicológicos.

### **Feedback loop theory of bubbles**

La hipótesis que plantea la *behavioral finance* para explicar el desarrollo de *burbujas* especulativas recibe el nombre de *Feedback loop theory of bubbles*. Un *feedback loop* es un patrón de comportamiento que siguen los agentes. Un mercado cuyos participantes deciden con base en aquello que realizaron otros agentes, quienes a su vez actuaron en consecuencia de las acciones de otros inversores, puede indicar la presencia de ciclos o *loops* en la determinación de la conveniencia de la compra o venta de un activo. Los *Feedback loops* suelen generarse a lo largo del tiempo, y tienden a crear un patrón que determina el comportamiento de un mercado.

La *Feedback loop theory of bubbles* se basa en la presencia de ciclos positivos por parte de los agentes. Esto quiere decir que un aumento en el precio inicial de un activo conduce a incrementos consecutivos, dado el sentimiento de los inversores. Los incrementos en el precio se retroalimentan entre sí y, por consiguiente, el impacto inicial de los factores que precipitan el primer incremento en el precio, amplifica su efecto, resultando en incrementos mayores de lo que los factores habrían sugerido por sí solos (Shiller, 2015). Este mecanismo puede fácilmente propulsar un activo a valores que divergen de su valor fundamental y, de esta forma, generar una *burbuja* endógena.

Adicionalmente, la teoría se basa en el preconcepto de que una parte considerable del mercado está conformada por *noise traders*. Por definición, estos son inversores que toman sus decisiones de inversión a partir de las acciones de sus pares, y no de un análisis fundamental. Los *noise traders* actúan en base al “ruido” del mercado, es decir, a partir de rumores o de movimientos o patrones perceptibles en el precio de un activo.

El mecanismo que propone la *Feedback loop theory of bubbles* para explicar la divergencia del precio de un activo de su valor fundamental, consiste en un grupo

significativo de *noise traders* que actúan en conjunto, imitando decisiones ajenas. En este caso, la racionalidad acotada de estos agentes puede explicar el hecho de que las decisiones de inversión, de un sector considerable del mercado, se encuentren altamente correlacionadas. A esta situación en la cual los participantes del mercado operan como una “manada” o “rebaño” se la conoce con el nombre de *herding*.

### **Herd behavior**

La literatura suele adjudicar la presencia de *herding* a las *information cascades* que ocurren cuando los individuos toman decisiones similares secuencialmente, observando las acciones de sus pares. Más precisamente, a medida que cada agente determina su acción, el siguiente puede ver aquello que decidió el otro y actuar en función de ello. Sin embargo, los agentes desconocen la información a la que reaccionó el primer individuo. Por ende, lo óptimo para el grupo es actuar imitando a quienes decidieron con anterioridad, dado que se encontraban más próximos a quien dispuso de información al momento de accionar (Gerding, 2014).

Si los agentes fuesen efectivamente racionales e independientes entre sí, un inversor que decide irracionalmente no podría afectar al precio y su oferta sería arbitrada inmediatamente. No obstante, si el pensamiento irracional se extiende a lo largo de una multitud, puede provocar graves fallas en los mercados. Incluso los “inversores profesionales” no son inmunes a la cultura de inversión popular (Shiller, 2015). En particular, las decisiones de los agentes que actúan de forma racional, pueden verse afectadas por esta situación.

A pesar de que el valor de un activo haya divergido notoriamente de su valor intrínseco, seguir el patrón del mercado dista de ser irracional. Para poder comprender esto, es importante considerar que arbitrar en contra de la “manada” puede resultar financieramente riesgoso, ya que la decisión del inversor tiene un impacto insignificante en el precio de un activo.

El arbitraje no siempre es capaz de corregir los desvíos del valor fundamental de un activo, dado que los arbitrajistas suelen enfrentarse a limitaciones al momento de explotar el *mispricing* de un activo (Gerding, 2014). Arbitrar en contra de un activo que aparente comportamiento de *burbuja* puede representar un nivel de riesgo elevado para los

inversores. En primer lugar, se enfrentan a la posibilidad de una proliferación de noticias positivas respecto al activo. En el caso del Bitcoin, existe una correlación positiva entre su difusión mediática y los movimientos en su precio (Yelowitz y Wilson, 2014). Por ello, ante la patente posibilidad de que surjan más publicaciones que puedan elevar el precio, apostar en contra del Bitcoin luce irracional, considerando un *trade-off* entre riesgo y beneficio, al menos en el corto plazo.

Otro riesgo posible es el denominado *noise trader risk* que implica la posibilidad de que el *herding* que domina al mercado acreciente aún más la brecha entre el valor intrínseco y el valor fundamental, a partir de la inercia propia que acarrea el valor de mercado. Además, esta situación puede agravarse dada la frecuente imposibilidad de encontrar los instrumentos adecuados para realizar una cobertura de la inversión. En conclusión, el *herding* es difícilmente arbitrable, y esto implica que la única forma de que se acabe es a través de un *sell-out* generalizado, ocasionado tanto por una noticia sumamente negativa como por un desgaste natural propio de un crecimiento “super-exponencial” en el precio (Gerding).

En síntesis, los argumentos del área de la *behavioral finance* representan un sustento de suma importancia al momento de considerar el modelo propuesto en la sección cuantitativa. Ante la imposibilidad de determinar un valor fundamental, es posible inferir un comportamiento de *burbuja* hallando patrones en el precio, propios de comportamientos particulares de los agentes.

Específicamente hablando, el *noise trading* provoca oscilaciones en el precio, puesto que pequeños cambios en los sentimientos de los inversores llevan a reacciones en cadena, tanto positivas como negativas, que se potencian mientras mayor sea la difusión mediática que tenga el activo. Por otra parte, la *Feedback loop theory of bubbles* nos provee de una fehaciente explicación en lo que respecta a la causa del comportamiento “super-exponencial” que muestra el precio del activo. Por consiguiente, a partir de un análisis sintomático, es posible caracterizar al Bitcoin como una *burbuja* especulativa.

### 7.3 Anexo III

#### Salidas de Regresión: Modelo LPPL

Variable dependiente: Logaritmo del Precio del Bitcoin				
Método: Mínimos Cuadrados Ordinarios				
Observaciones: 856				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico t	P-Valor
<i>Y_SINLPPL</i>	1.000012	0.001620	617.1260	0.0000
<b>R<sup>2</sup></b>	0.895442	<b>SRC</b>		91.49025
<b>Adj. R<sup>2</sup></b>	0.895442	<b>Media Variable Dependiente</b>		6.833225
<b>SSE</b>	0.327118	<b>Desvío Variable Dependiente</b>		1.011641

Variable dependiente: Logaritmo del Precio del Bitcoin				
Método: Mínimos Cuadrados Ordinarios				
Observaciones: 856				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico t	P-Valor
<i>Y_LPPL</i>	1.000066	0.000707	1415.318	0.0000
<b>R<sup>2</sup></b>	0.980085	<b>SRC</b>		17.42621
<b>Adj. R<sup>2</sup></b>	0.980085	<b>Media Variable Dependiente</b>		6.833225
<b>SSE</b>	0.142764	<b>Desvío Variable Dependiente</b>		1.011641

## 8. Bibliografía

- Baker, D. (2008). The housing bubble and the financial crisis. *Real-world economics review*, 46, 73-81.
- Bariviera A. F., Basgall M. J., Hasperué W. y Naiouf M. (2017). Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A*, 484, 82-90.
- Brière, M., Oosterlinck, K. y Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16, 365-373.
- Brito, J. y Castillo, A. (2013). *Bitcoin. A primer for Policymakers*. Estados Unidos: Mercatus Center.
- Calvo Homero, A. (2008). La crisis de las hipotecas subprime y el riesgo de credit crunch. *Revista de Economía Mundial*, 18, 195-204.
- Chang, V., Newman, R., Walters, R. J. y Wills, G. B. (2016). Review of Economic Bubbles. *International Journal of Information Management*, 36, 497-506.
- Dale, S. R., Johnson, E. V. J. y Tang L. (2005). Financial Markets Can Go Mad: Evidence of Irrational Behaviour during the South Sea Bubble. *The Economic History Review*, 58, 233-271.
- Dickson, P. G. M. (1967). *The Financial Revolution in England: A Study in the Development of Public Credit*. London: Macmillan.
- Dweyer G. (2015). The economics of Bitcoin and similar private digital currencies. *Journal of Financial Stability*, 17, 81-91.
- Dyhrberg, A. H., (2015). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85-92.
- European Central Bank (2012). Virtual Currency Schemes. ECB report, October 2012.
- Fama, E. (2013). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25, 383–417.
- Fantazzini, D., Nigmatullin E., Sukhanovskaya, V. y Ivliev, S. (2016). Everything you always wanted to know about bitcoin modelling but were afraid to ask. *Applied Econometrics*, 45, 5-28.

- Fišer, P. (2014). *Econometric Analysis of Bitcoin and its 2013 Bubbles*. University of Charles working paper.
- Frehen, R. G. P., Goetzmann W. N. y Rouwenhorst, K. G. (2013). New evidence on the first financial bubble. *Journal of Financial Economics*, 108, 585-607.
- Fry J. y Cheah E. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, 130, 32-36.
- Garber, P. (2000). *Famous first bubbles*. London, England: The MIT Press.
- Garber, M. (1989). Tulipmania, *The Journal of Political Economy*, 97, 535-560.
- Garcia D., Tessone C. J., Mavrodiev P., Perony N. (2014). The digital traces of bubbles: feedback cycles between socio-economic signals in the Bitcoin economy. *Journal of the Royal Society Interface*, 11.
- Gerding, E., F. (2014). *Law, Bubbles, and Financial Regulation*. London, England: Routledge.
- Glaser, F., Haferkorn, M., Weber, M. Siering, M. y Zimmermann, K. (2014). *Bitcoin – Asset or Currency? Revealing users' hidden intentions*.
- Goldgar, Anne (2007). *Tulipmania, Money, Honor, and Knowledge in the Dutch Golden Age*. United States, Chicago: University of Chicago Press.
- Johansen A., Ledoit O., Sornette D. (2000). Crashes as critical points. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3, 219-255.
- Liberatore, V. (2011). *Computational LPPL Fit to Financial Bubbles*. Technical Report 1003.2920, ArXiv.
- Linden, A. y Fenn, J. (2003). Understanding Gartner's Hype Cycles. *Strategic Analysis Report Gartner*, No. R-1971.
- MacDonell, A. (2014). *Popping the Bitcoin Bubble: An application of log-periodic power law modeling to digital currency*. University of Notre Dame working paper.
- Minsky, H. (1986). *Stabilizing an unstable economy*. United States: Yale University Press

- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. White Paper. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de: <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Neal, L. (1988). *How the South Sea Bubble Was Blown Up and Burst: A New Look at Old Data*. University of Illinois Working Paper, August.
- Ofek, E. y Richardson, M. (2003). DotCom Mania: The Rise and Fall of Internet Stock Prices. *Journal of Finance, American Finance Association*, 58, 1113-1138.
- Pack, H. (2002). Due diligence. *Handbook of international mergers and acquisitions: preparation, implementation and integration*. 153–183
- Philipp, D. (2015). Influence of LPPL traders on financial markets. Master's thesis, Eidgenössische Technische Universität Zürich, Suiza.
- Ricciardi, V. y Simon H. (2000). What is Behavioral Finance?. *Business, Education & Technology Journal*, 2, 1-9.
- Ritter, J., R. (2003). Behavioral Finance. *Pacific-Basin Finance Journal*, 11, 429-437
- Sahlman, W. A. y Stevenson, H. H. (1985). Capital market myopia. *Journal of Business Venturing*, 1, 7–30.
- Scott, W. (1911). *The Constitution and Finance of English, Scottish, and Irish Joint Stock Companies to 1720*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shea, G. (2007). Understanding Financial Derivatives during the South Sea Bubble: The Case of the South Sea Subscription Shares. *Oxford Economic Papers*, 59, 73-104.
- Shiller, R. J. (2003). From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. *Journal of Economic Perspectives*, 17, 83-104
- Shiller, R. J. (2015). *Irrational Exuberance*. Revised and expanded third edition. Princeton, United States: Princeton University Press.
- Sornette D, Johansen A. (2001). Significance of log-periodic precursors to financial crashes. *Quantitative Finance*, 1, 452-471.
- Sornette D. (2003). Critical Market Crashes. *Physics Reports*, 378, 1-98.
- Van Alstyne, M., (2014). Economic and business dimensions: why Bitcoin has value. *Commun.* 57, 30–33.

Woo D., Gordon I., Iaralov V. (2013). Bitcoin: a first assessment. *FX and Rates*, December 2013, Bank of America Merrill Lynch.

Yelowitz A., Wilson, M. (2015). Characteristics of Bitcoin users: an analysis of Google search data. *Applied Economics Letters*, 22, 1030-1036.

Zhou W., Sornette D., Hill R. y Dunbar R., (2005). Discrete hierarchical organization of social group sizes, *Proceedings of the Royal Society*, 272, 439–444.



Universidad de  
**San Andrés**