

Artículo de investigación

Prediciendo el precio del Bitcoin, y más



Leidy Catherine Sánchez Ascanio¹ y John Alexander Arredondo García²

¹ Estudiante de matemáticas, Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: leidyc.sancheza@konradlorenz.edu.co, ORCID: 0000-0003-2191-295X.

² Doctor en Ciencias Matemáticas, Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia. (Autor de correspondencia) Correo electrónico: alexander.arredondo@konradlorenz.edu.co, ORCID: 0000-0003-2695-1835.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido el 18 de Noviembre de 2019

Aceptado el 24 de Enero de 2020

Online el 31 de Enero de 2020

Códigos JEL:

G11, G12, G15, G17

Palabras clave

Bitcoin, criptomonedas, formación de precios, eficiencia de mercado, estrategia de cartera, ondas de Elliott.

Keywords:

Bitcoin, cryptocurrencies, price formation, market efficiency, portfolio strategy, blockchain, Elliott waves.

R E S U M E N

La globalización y las nuevas tecnologías han incentivado el crecimiento del mercado de las criptomonedas, lo que ha implicado que sean incluidas dentro de los activos usuales de *trading*. Dado que hasta el momento su valor en el mercado ha estado envuelto en un manto de especulación y volatilidad, debemos preguntarnos: ¿se puede anticipar en corto y largo tiempo, el valor en el mercado de una criptomoneda, por ejemplo, el Bitcoin? Con esta premisa, en este artículo se realizará el análisis de los precios del Bitcoin, la moneda digital más capitalizada del mercado, aplicando los principios básicos de la técnica de las ondas de Elliott. Se observará que esta técnica arroja un margen de efectividad en la predicción bastante aceptable, y dada la simplicidad de su estructura, será una herramienta que puede utilizar cualquier inversor interesado en el mercado de las criptomonedas.

Predicting the Price of Bitcoin, and more

A B S T R A C T

Globalization and new technologies have incentivized the growth of the cryptocurrency market, which has meant that they are included in the usual trading assets. Since so far its market value has been wrapped in a cloak of speculation and volatility, we must ask ourselves, can we anticipate in a short and long time, the market value of a cryptocurrency? Under this premise, in this article we will perform the analysis of the prices of Bitcoin, the most capitalized digital currency in the market, applying the basic principles of the Elliott waves technique. We will observe that this technique yields a margin of effectiveness in prediction quite acceptable, and given the simplicity of its structure, it will be a tool that can be used by any person interested in the cryptocurrency market.

Introducción

Han sido tiempos de emociones fuertes para los que poseen inversiones de algún tipo en Bitcoin. Se cuentan por cientos las historias de los que multiplicaron unos cuantos pesos en miles de dólares, y de manera similar, cientos de historias de los que arriesgaron sendos capitales que vieron desvanecerse en unos pocos meses. En fin, que la fiebre por invertir en Bitcoin, ha dado lugar al auge de pronósticos de todo tipo, detrás de los cuales surgen asociaciones legales e ilegales, pirámides, tramitadores e incertidumbres de todo tipo (Goffard, 2019). Pero sobre todo, como siempre, para el inversor novato lo que persiste es la indecisión de no saber si arriesgar o ver desde la orilla la consumación de la riqueza de otros (Flori, 2019).

Como en cualquier inversión, Bitcoin es una apuesta de riesgo, que dado su comportamiento desde que fue establecido como medio de transacción monetaria, ha demostrado poseer un valor de mercado particularmente volátil y difícil de predecir. En su corto tiempo de vida, más bien de fama, ha sido sometido a varios estudios matemáticos y estadísticos, por mencionar algunos: Chen, Li y Sun (2020), aplicando técnicas de *machine learning* y algoritmos avanzados de computación, estiman el comportamiento de la serie de tiempo del Bitcoin y su posible comportamiento a futuro. Maxwell, Poelstra, Seurin y Wuille (2019) aplican unos de los más potentes protocolos en *multi-signature scheme* para analizar el comportamiento del Bitcoin desde el punto de vista de la criptomoneda como objeto de encriptación. Atsalakis, Atsalaki, Pasiouras y Zopoundis (2019) desarrollan una inteligencia computacional basada en *neurofuzzy technique* para analizar los cambios diarios en el precio del Bitcoin, y estudiar el comportamiento de las variables estadísticas asociadas a dicho precio en tiempo real, algo que puede asegurar un gran éxito para una inversión de alto riesgo.

Las técnicas aplicadas al análisis del comportamiento del precio del Bitcoin que se han mencionado, así como su impacto y los canales de aplicación, solo están al alcance de unos cuantos expertos, lo cual contribuye a que la mayoría de los inversores que intervienen en la compra-venta de este activo, sean simplemente espectadores pasivos de los vaivenes de dicho mercado, además de presas fáciles de los lobos del mercado. En este artículo, para predecir el precio a futuro del Bitcoin, se aplicó una técnica empírica conocida como *Ondas de Elliott*, mostrando con evidencia en el comportamiento histórico del precio de Bitcoin, cómo esta sencilla técnica basada en cálculos matemáticos elementales, permite obtener rangos de estimación de dicho precio, tanto al alza como a la baja, lo cual puede replicarse por cualquier interesado, en escalas de tiempo arbitrarias, extendido a otro tipo de criptomonedas y, en general, a cualquier otro tipo de activo que cotice en una bolsa de valores.

Algo básico de Fibonacci

Por una relación de recurrencia, se entiende una ecuación que define recursivamente una secuencia de valores. Una vez que se dan uno o más términos iniciales, cada

término adicional de la secuencia se da en función de los términos anteriores. Por ejemplo, considere el dado por

$$u_n = u_{n-1} + u_{n-2} \tag{1}$$

A partir de esta expresión, al dar dos números naturales, puede obtenerse un número infinito de secuencias. En particular, si se considera $u_1 = 1$ y $u_2 = 1$, entonces tenemos la secuencia

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, \dots, \tag{2}$$

que es de seguro, la secuencia de números naturales más famosa, se conoce como *la secuencia de Fibonacci* y sus términos *números de Fibonacci*. Esta secuencia y sus propiedades han sido ampliamente estudiadas desde 1202, año en que aparece en el libro de aritmética *Liber Abaci* de Leonardo Pisano (Bicknell & Hoggatt, 1972). La importancia de esta secuencia radica en los cientos de aplicaciones en cientos de lugares diferentes. Y sorprendentemente, dado que después de ochocientos años de estar sometida al escrutinio de matemáticos y otros interesados, todavía hay muchas preguntas abiertas al respecto. Para hacerse una idea, hay una asociación de Fibonacci y una revista dedicada únicamente a publicar resultados relacionados con esta secuencia, *The Fibonacci Quartely*.

De aquí en adelante, denotaremos por F_n la secuencia de Fibonacci y sus elementos, y tendremos en cuenta que un número natural es un número de Fibonacci, si cumple con la ecuación de Binet (Vieira, 2017):

$$F_n = \frac{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n}{\sqrt{5}} \tag{3}$$

Además, los números en la secuencia de Fibonacci, satisfacen el siguiente resultado, que los relaciona con una de las cantidades más conocidas e intrigantes de la matemática. Teorema 1. *El límite de la razón entre el n-ésimo término en la secuencia de Fibonacci y el término inmediatamente anterior, tiende al número áureo* (Vieira, 2017):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_{n+1}}{F_n} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \tag{4}$$

Este resultado, conocido en el argot matemático como *Teorema de Euler*, puede extenderse fácilmente a cualquier otro par de números de Fibonacci; esto es, se pueden establecer los valores para los límites de la razón de $\frac{F_{n+1}}{F_{n-1}}, \frac{F_{n+1}}{F_{n-2}}, \dots, \frac{F_{n+1}}{F_1}$, además, por supuesto, de los inversos de estas razones.

Observación 1. *El resultado numérico de las razones entre los números de Fibonacci se conoce como radios de Fibonacci.*

Algo básico de la teoría de Elliott

La teoría de Elliott, mejor conocida como *Teoría de Ondas*, fue creada por el ingeniero Ralph Nelson Elliott (1871-1948) (Casti, 2002). Cuenta la leyenda, que Elliott tuvo una enfermedad en 1927 después de un viaje a Guatemala, cuando

regresó a los Estados Unidos, esta enfermedad le provocó una fuerte anemia, por lo que estuvo casi un año en el hospital. En este momento entró en contacto con varios analistas importantes de la época, como Charles Dow (creador del Dow Jones) o Charles J. Collins, quien, como Dow, fue el editor y fundador de un boletín nacional semanal del mercado de valores.

Para crear su teoría, solo se fijó en el índice bursátil Dow Jones Industrial Average (DJIA). Del estudio del DJIA, dedujo que la evolución de los precios seguía una dirección bastante armoniosa, que solía repetirse en el tiempo de una manera aparentemente independiente del ciclo económico. Los principios de armonía y patrones que Elliott estableció, se basan en un sistema de ondas, que son determinadas por ciertas propiedades de la secuencia de Fibonacci, de esto el nombre acuñado de *teoría de las ondas de Elliott*. Esta teoría es un concepto básicamente gráfico; esto es, una vez que se haya identificado un gráfico acorde con los principios de Elliott (ya sean acciones, índice de acciones,...), se van a aplicar las ondas teniendo en cuenta las restricciones que Elliott impuso (Ilalan, 2016). La idea general es la siguiente (véase figura 1).

Considere, por ejemplo, el mercado de acciones de las grandes compañías cotizantes en alguna de las bolsas del mundo. Dado el diagrama del valor de las acciones de una cierta compañía en función del tiempo, la curva que se observa corresponderá a lo que se denomina una *serie de tiempo*, la cual, en general, oscilará entre caídas y subidas aleatorias respecto al precio inicial en el que se inicia la observación de la acción en cuestión. Por supuesto, el sueño de cualquier inversionista sería poder predecir el precio de una acción en un tiempo futuro, pues es a este objetivo al que apunta la teoría de Elliott.

El concepto primitivo, y el más básico de las ondas de Elliott, es fijar un punto inicial de análisis; esto es, un precio

en un instante de tiempo dado para un cierto activo. Y a partir de dicho punto, sobre el azar de movimientos del activo trazados por la serie de tiempo, construir una onda de ocho segmentos, dividida en cinco segmentos que marcan un ascenso en el precio, también denominada *fase de impulso*, seguida de tres segmentos que marcan un descenso en el precio, conocida como *fase de corrección*, como se observa en la figura 2 (nótese que los números 3, 5 y 8¹ que componen la onda, son números de Fibonacci 2). Una vez se haya capturado esta onda, la teoría de Elliott dice que a partir del valor del activo en el punto de referencia, se podrá predecir el precio al final de la onda, el cual vendrá dado por los radios de Fibonacci (véase Observación 1). Así que el análisis básico de Elliott, aplicado en un mercado bursátil, consiste en construir los primeros segmentos de una onda, y a partir de la expectativa de que dichos segmentos completen la forma de la onda, predecir el precio del activo. Este procedimiento será detallado en la sección Análisis de Elliott aplicado al mercado de Bitcoin.

Observación 2. *El apartado anterior describe la idea básica y primitiva de la teoría de Elliott, tal cual él la estudió. Sin embargo, en los años subsecuentes, la teoría se ha visto modificada y enriquecida con muchos otros ingredientes; por ejemplo, la onda puede diseñarse con un número de segmentos dado por un número de Fibonacci mayor a 8, de tal manera que sus dos antecesores sean los que indiquen el número de segmentos de las ondas impulsivas y de corrección. La duración de la onda, en tiempo, puede estimarse por medio del clásico problema de dividir un segmento de recta en dos partes cuya razón sea el número áureo, para este caso se obtienen tres puntos que serán los picos en la onda de dos ascensos y un descenso, o viceversa. El ajuste de una onda de Elliott con*

¹ Estos números corresponden a los picos de las ondas. a, b y c corresponden a los picos 6, 7 y 8, respectivamente.

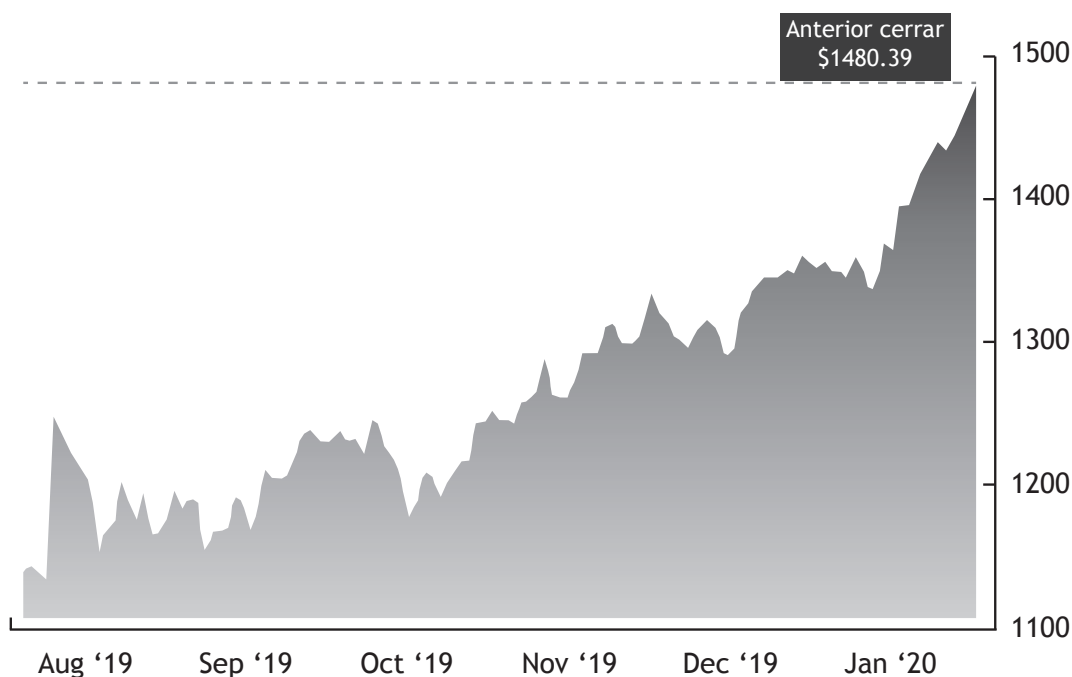


Figura 1. Comportamiento de las acciones de Alphabet Inc. Capital, desde agosto de 2019 hasta enero de 2020. Fuente: adaptado de Nasdaq.

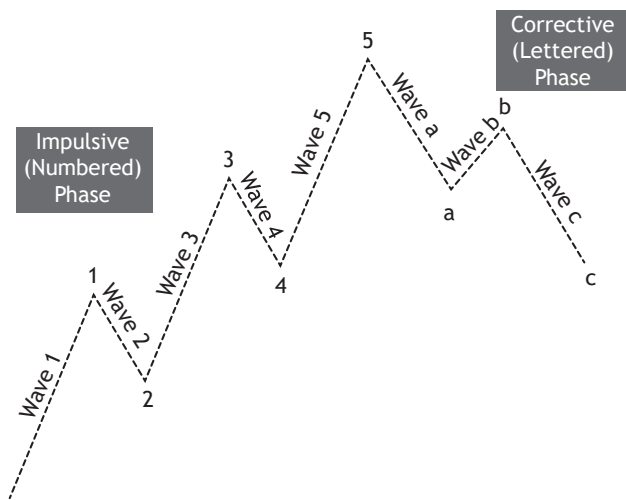


Figura 2. Estructura básica de una onda de Elliott. Fuente: adaptado de Pletcher, 2007.

radios de Fibonacci en el precio y medida áurea en el tiempo, arrojarán resultados mucho más precisos y efectivos. Para un estudio minucioso de estas y muchas otras variaciones de la teoría de ondas de Elliott, el lector interesado puede remitirse a Hartle, 1997; Krausz, 1998; Chatterjee, Ayadi y Maniam, 2002; Vishvakshan, Kalaiarasan, Kalidoss y Karthipan, 2016; Bariviera, 2017; Chaim y Laurini, 2019; Frolkova y Mandjes, 2019; Semmouni, Nitaj y Belkasmi, 2019.

Algo básico sobre el mercado del Bitcoin y otras monedas virtuales

Hasta el siglo XX, las transacciones financieras se realizaban por medio de monedas como el euro, el dólar o el yen, las cuales son emitidas por el Gobierno o el banco central de una nación y lo más importante, es que funcionan por la confianza que la sociedad ha depositado en este sistema financiero. Aunque hoy en día este sistema esté vigente y la industria bancaria sigue funcionando, en varias ocasiones esta ha roto la confianza de muchos de sus consumidores, especialmente por la mala fama que ha tenido en los últimos cien años. El caso más reciente se evidenció en el 2008, cuando colapsó la relación entre los clientes y las instituciones financieras, el cual dejó como resultado una crisis financiera y, por mencionar una de las consecuencias, en Estados Unidos se perdieron más de 8.7 millones de empleos, se cerraron 170.000 pequeñas empresas, se presentaron más de tres millones de ejecuciones hipotecarias y millones de personas se declararon en bancarrota (Walsh, 2018).

Es así como la pérdida de la fe y confianza en el sistema financiero se convirtió en una de las razones principales por las que en el 2008, Satoshi Nakamoto sacara a la luz todo un sistema de dinero electrónico Peer to Peer (P2P) (Nakamoto, 2009). P2P implica la interconexión de dispositivos y la transmisión de información entre ellos sin la intervención de un tercero; de esta manera, el traspaso de dinero electrónico dejaría de ser administrado por alguna entidad gubernamental o financiera. Además, Nakamoto propuso que dicho sistema tuviera un alcance mundial y que fuera

seguro para sus usuarios, utilizando la tecnología *blockchain*, que permite guardar información de diferente tipo (transacciones, datos personales, contratos, entre otros), evitando su modificación una vez el dato ha sido publicado y, por último, hace uso de la criptografía para garantizar la legitimidad de las transacciones.

Gracias a estas bases tecnológicas, se ha desarrollado un nuevo sistema financiero y, hoy en día, Bitcoin es la moneda digital más capitalizada, con un valor total de 156765334907 USD (CoinMarketCap, 2019) de las monedas en circulación, seguido del Ethereum y del XRP. Desde la creación del Bitcoin, han surgido otras criptomonedas, y actualmente se cuenta con más de 2000 monedas digitales registradas, que igualmente funcionan para realizar transacciones financieras. En la tabla 1 se muestran las primeras nueve criptomonedas más capitalizadas en el contexto mundial.

Tabla 1 - Las nueve principales criptomonedas por capitalización de mercado.

Nombre	Capitalización de mercado (USD)	Precio (USD)
Bitcoin	\$ 156765334907	\$ 8683.55
Ethereum	\$ 20400837181	\$ 187.87
XRP	\$ 11639641509	\$ 0.2688823
Bitcoin Cash	\$ 4952513864	\$ 273.14
Tether	\$ 4173711016	\$ 1.02
Litecoin	\$ 3852996264	\$ 60.49
EOS	\$ 3263986476	\$ 3.47
Binance Coin	\$ 3196168043	\$ 20.55
Bitcoin SV	\$ 2280882363	\$ 126.24

Fuente: recuperado de CoinMarketCap, el 17 de octubre de 2019.

Análisis de Elliott aplicado al mercado de Bitcoin

A continuación, se muestra cómo uno de los sistemas de análisis técnicos más aceptados se ajusta muy bien al comportamiento de los precios del Bitcoin: la teoría de las ondas de Elliott. En la figura 3 se muestra el movimiento mensual de los precios del Bitcoin desde julio de 2017, puesto que es desde este período donde se aplicó la teoría.

Las partes inferiores y superiores de cada onda están definidas por los precios más bajos del mes y los más altos del mes siguiente, respectivamente. Por ejemplo, la parte inferior de la onda 1 se encuentra en julio y la parte superior se encuentra en agosto; en cambio, la onda 2 tiene su parte superior en agosto y su parte inferior en septiembre, tal como se muestra en la figura 4.

La parte inferior de la onda 1 está delimitada por el precio 1835.8 USD y su parte superior en 4749.9 USD, es decir, que su extensión está dada por:

$$\text{Extensión de la onda} = \text{Parte superior de la onda} - \text{Parte inferior de la onda.}$$

$$\text{Extensión de la onda 1} = 4749.9 \text{ USD} - 1835.8 \text{ USD.}$$

$$\text{Extensión de la onda 1} = 2914.1 \text{ USD.}$$

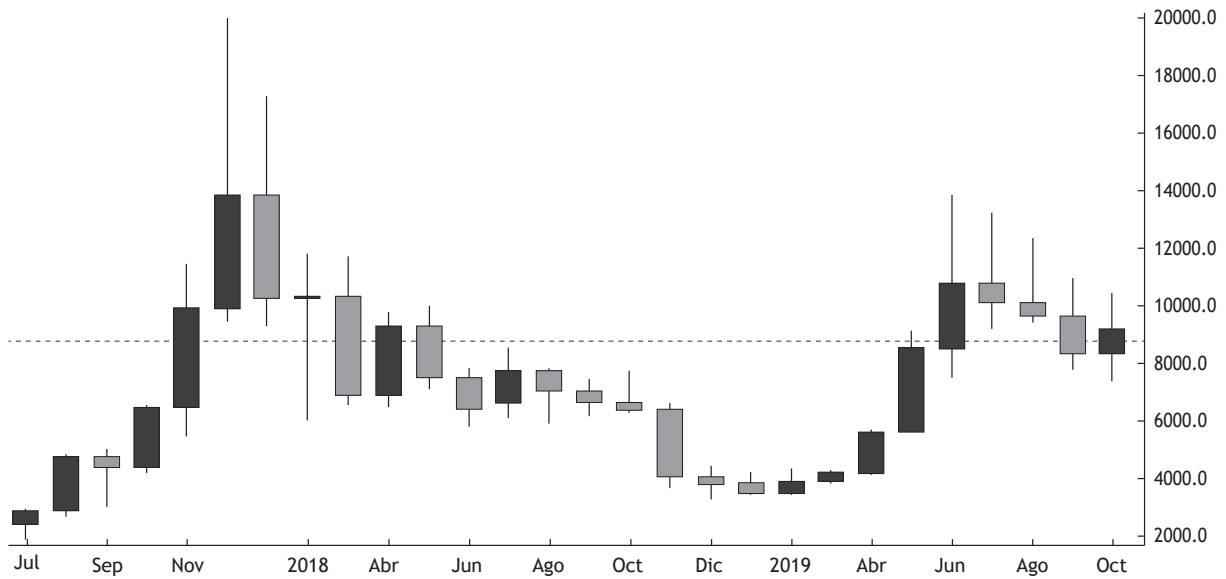


Figura 3. Comportamiento mensual de los precios del Bitcoin.
Fuente: adaptado de TradingView.

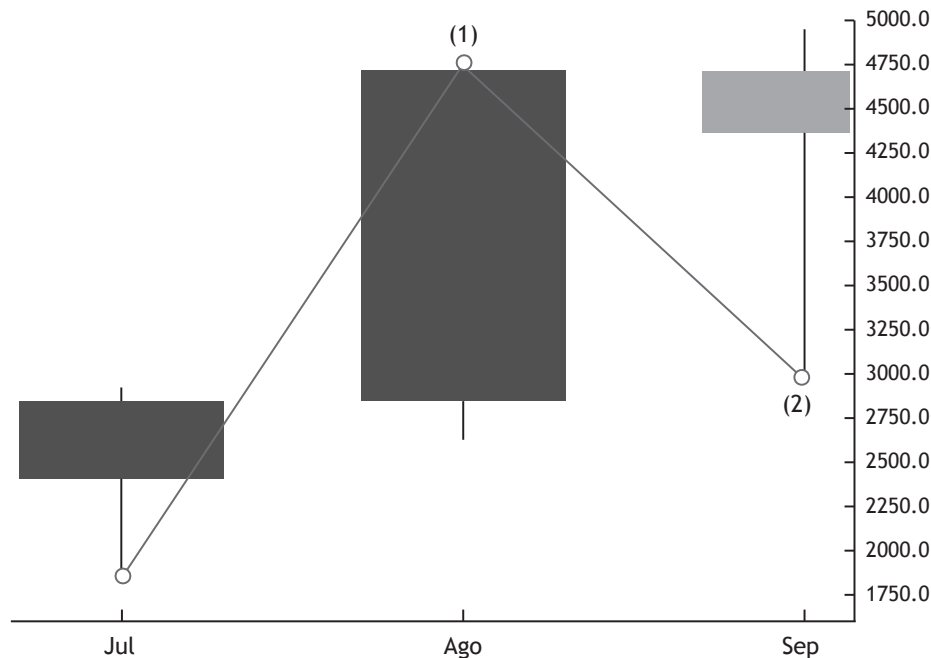


Figura 4. Partes inferiores y superiores de la onda 1 y la onda 2.
Fuente: adaptado de TradingView.

Para delimitar los posibles valores en los cuales caerá la onda 2, o en otras palabras, el valor inferior de la onda 2, se vale con proyectar los retrocesos de Fibonacci, así (véase figura 5).

Las líneas horizontales representan los niveles de retrocesos de Fibonacci, situados en 23.6%, 38.2%, 50.0%, 61.8% y 78.6%, correspondientes a los valores 4062.1, 3636.7, 3292.8, 2949.0 y 2459.4 USD, respectivamente y son los precios en los que posiblemente va a caer la onda 2. La corrección real de la onda 2 fue de 2981 USD, valor muy cercano al nivel de retroceso de 61.8%, por lo que al realizar el contraste con el valor predicho por el retroceso, 2949 USD, se encontró una diferencia de 32 USD.

Con los valores encontrados para la onda 2, se procede a calcular el objetivo para la onda 3 de la siguiente manera (Murphy, 1999):

Parte superior de la onda 3 = (Extensión de la onda 1 × 1.618) + Parte inferior de la onda 2.

Parte superior de la onda 3 = (2914.1 USD × 1.618) + 2949 USD.

Parte superior de la onda 3 = 7664.0138 USD.

Al observar el precio real de la parte superior de la onda 3, este fue de 6449.78 USD, lo que significa que el valor de la onda calculado indica que el precio del activo va a incrementar, tal como sucedió en octubre de 2017, aunque lo supere por un 18.8% (véase figura 6).

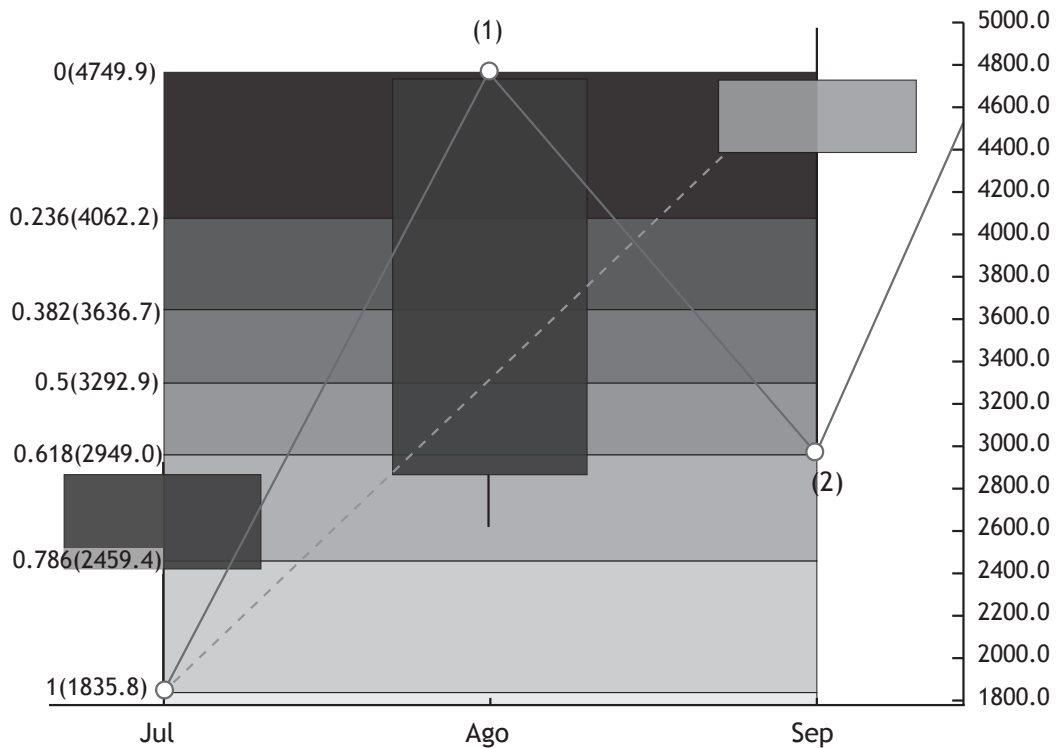


Figura 5. Niveles de retroceso de Fibonacci.
Fuente: adaptado de TradingView.

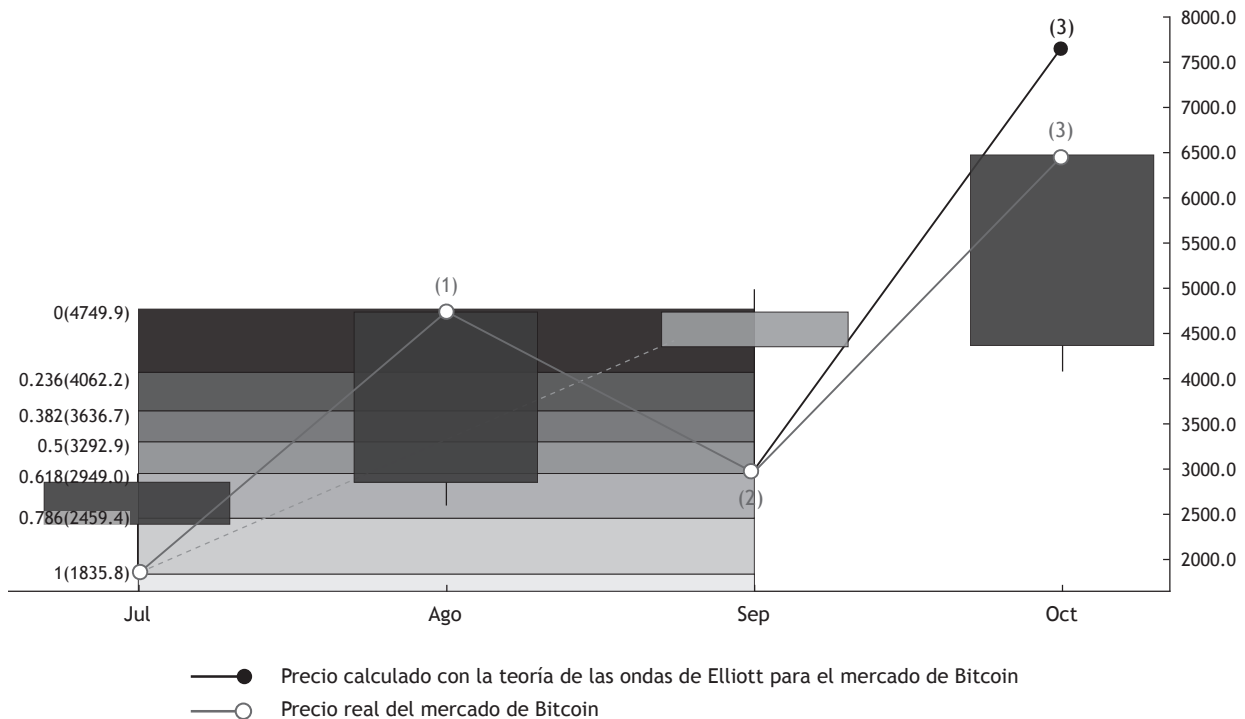


Figura 6. Contraste de las onda 1, 2 y 3 respecto al precio calculado con la teoría de ondas de Elliott.
Fuente: adaptado de TradingView.

La parte inferior de la onda 4 fue de 5426 USD y con este valor, solo hace falta calcular el precio de la onda 5, dando fin a la proyección del ciclo del mercado alcista. Al aproximar el valor superior de la onda 5, se obtienen dos posibles valores, un mínimo y un máximo, así (Murphy, 1999):

Objetivo mínimo para el valor superior de la onda 5 = (Extensión de la onda 1) × (2 × 1.618) + Parte inferior de la onda 2.
 Objetivo máximo para el valor superior de la onda 5 = (Extensión de la onda 1) × (2 × 1.618) + Parte superior de la onda 2.

Entonces, el mínimo valor que puede tener la parte superior de la onda 5 es

$$(2914.1) \times (2 \times 1.618) + 2981 = 12411.0276 \text{ USD}$$

y el máximo valor será de

$$(2914.1 \times (2 \times 1.618) + 4749.9 = 14179.9276 \text{ USD.}$$

Aquí finaliza la predicción del ciclo del mercado alcista. Comparando estos valores posibles con los reales, vale la pena mencionar que diciembre de 2017, fue el período en el cual la moneda alcanzó el mayor valor visto en su historia de operación, de 19891 USD y este excede el objetivo máximo calculado (véase figura 7). En este orden de ideas, alguien que haya invertido en septiembre de 2017, hubiera obtenido más ganancias que las calculadas con la teoría de ondas de Elliott.

Ahora bien, para iniciar la predicción de valores del ciclo de mercado bajista, se parte de uno de los principios de la teoría de ondas de Elliott, el cual menciona que este ciclo de mercado tiene una extensión correspondiente al número de la serie de Fibonacci, justamente anterior al medido en el ciclo de mercado alcista. Es decir, el ciclo de mercado alcista midió cinco meses, que son los meses de diferencia que hay entre julio y diciembre, esto significa que el ciclo de mercado bajista tendrá una medida de tres meses, esto es, el número anterior a cinco en la serie de Fibonacci, con lo cual, el ciclo completo de mercado analizado medirá ocho meses, iniciando en julio de 2017 y terminando en marzo de 2018.

Una vez que se cumpla el ciclo de mercado alcista, se analizan las ondas correctoras, que siempre se dan en tres ondas, A, B y C. Como la onda A y la onda C suelen tener las

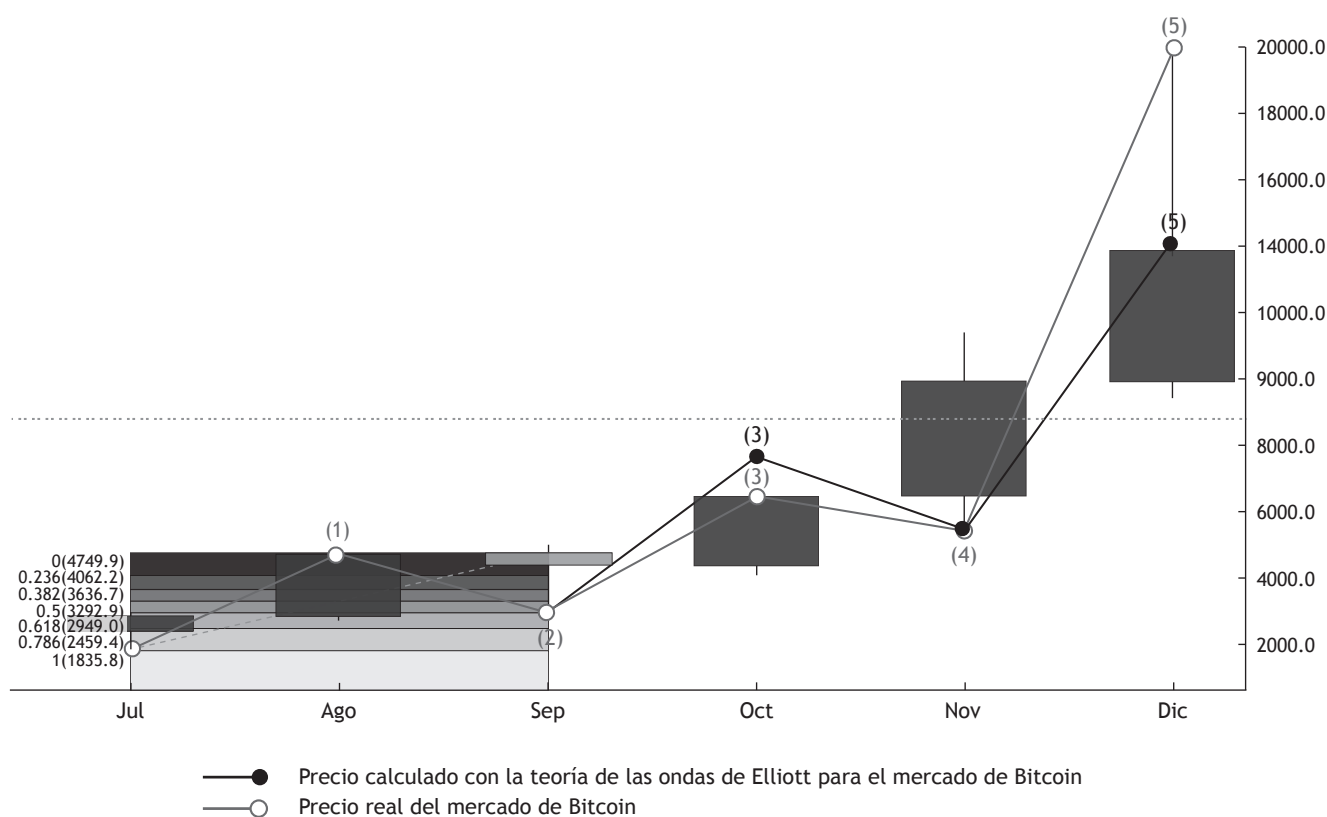


Figura 7. Contraste de los valores obtenidos por la teoría de ondas frente a los valores reales del mercado del Bitcoin para el ciclo de mercado alcista (julio-diciembre, 2017).

Fuente: adaptado de TradingView.

mismas extensiones (Murphy, 1999), cuando se obtenga la extensión de la onda A, inmediatamente se obtiene la posible extensión de la onda C; para ello, se espera la corrección (el valor de la parte inferior) de la onda A y se calcula su extensión:

$$\text{Extensión de la onda A} = 14179.9276 \text{ USD} - 9231.1 \text{ USD} = 4948.8276 \text{ USD.}$$

Al obtener el valor superior de la onda B, que para este caso fue de 11776 USD, se calcula la posible corrección de la onda C:

$$\text{Parte inferior de la onda C} = \text{Parte superior de la onda B} - \text{Extensión de la onda A}$$

$$\text{Parte inferior de la onda C} = 11776 \text{ USD} - 4498.8276 \text{ USD}$$

$$\text{Parte inferior de la onda C} = 6827.1724 \text{ USD.}$$

Lo anterior indica que la onda C caerá en 6827.1724 USD. Al comparar este valor con el comportamiento real, se encontró una diferencia de 294.1724 USD, pues la corrección real de la onda C fue de 6533 USD. Con esto, se termina el análisis del ciclo de mercado bajista y, particularmente, el ciclo completo. En la figura 8 se muestra el contraste del ciclo de mercado completo de la predicción de las ondas hechas con la teoría de ondas de Elliott y los valores reales de los movimientos de los precios del Bitcoin.

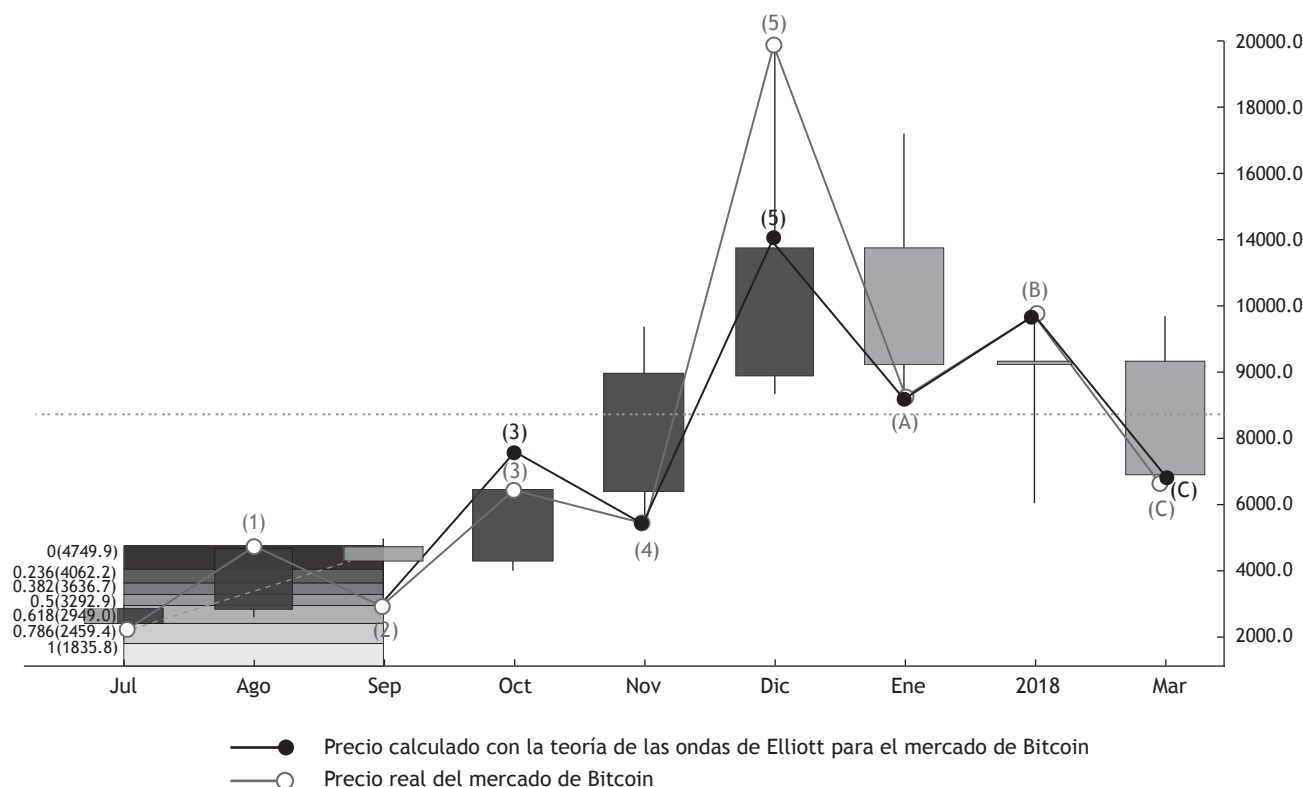


Figura 8. Contraste del ciclo completo del mercado de Bitcoin. Fuente: adaptado de TradingView.

Una vez analizado el primer ciclo completo de mercado, se procede a estudiar el siguiente ciclo, en el que su período inicial es el período final del primer ciclo, es decir, que inicia en marzo de 2018. Siguiendo la serie de Fibonacci, el ciclo de mercado alcista solo puede ser uno de los diferentes períodos finales: agosto o noviembre de 2018, abril o diciembre de 2019, entre otros períodos; sin embargo, esto solo puede determinarse a medida que se va conociendo el comportamiento de precios del activo y siguiendo la teoría de ondas de Elliott.

Tomando en cuenta lo anterior, la parte inferior de la onda 1 es de 6533 USD y como esta es creciente, deben contemplarse los precios siguientes que sean mayores a este valor². Para este caso, se tomó en cuenta el valor más pequeño de los posibles valores que pueden utilizarse para el análisis, con el objetivo de proyectar el mínimo precio que puede alcanzar el activo una vez finalizado el ciclo de mercado alcista.

En septiembre de 2018, el precio del Bitcoin fue de 7410.3 USD, por lo que este valor corresponde a la parte superior de la onda 1 y así se puede calcular su extensión:

$$\begin{aligned} \text{Extensión de la onda 1} &= 7410.3 \text{ USD} - 6533 \text{ USD} \\ \text{Extensión de la onda 1} &= 877.3 \text{ USD.} \end{aligned}$$

Una vez obtenida la onda 1, se proyectan los retrocesos de Fibonacci para determinar los posibles precios de la parte inferior de la onda 2 y tal como se muestra en la figura 9, estos valores son 7203.3, 7075.2, 6971.7, 6868.1 y 6720.7 USD.

Así, se toma el precio de octubre 6112.7 USD y es el valor más cercano al último retroceso obtenido, el cual dista el valor real por 9.94%.

Siguiendo la teoría de ondas de Elliott, se procede a hallar el posible valor de la parte superior de la onda 3. Para este cálculo, se tomó en cuenta el valor de octubre para la parte inferior de la onda 2:

$$\begin{aligned} \text{Parte superior de la onda 3} &= (887.3 \text{ USD} \times 1.618) + 6720.7 \text{ USD} \\ \text{Parte superior de la onda 3} &= 8156.3514 \text{ USD} \end{aligned}$$

el cual difiere tan solo el 10.36% del valor real que fue de 9100 USD, obtenido en mayo de 2019. La figura 10 muestra el contraste del valor de las tres primeras ondas respecto al calculado con la teoría de las ondas de Elliott.

Para fijar el precio de la parte inferior de la onda 4, basta con observar que el valor debe estar entre los valores de la parte inferior de la onda 3, el cual corresponda al precio de octubre de 2019, que fue de 7341.5 USD. Hecha esta consideración, se obtienen los posibles valores superiores de la onda 5:

$$\text{Objetivo máximo para el valor superior de la onda 5} = (887.3 \text{ USD}) \times (2 \times 1.618) + 7410.3 \text{ USD} = 10281.6$$

² Abril y mayo de 2018 arrojaron valores de 9761.5 y 9990 USD y podrían usarse para el análisis. Sin embargo, al realizar los cálculos para predecir el precio de la parte superior de la onda 3, se llega a que su valor será de 14985.213 y 15583.426 USD, respectivamente, y hasta el día de hoy, la moneda no ha alcanzado estos precios, de manera que si se utilizan para continuar con el ciclo, el análisis terminaría aquí, concluyendo que en un futuro incierto, la moneda logrará cotizar entre estos precios y hasta que no se logren, no se podrá continuar con el análisis bajo la teoría de ondas de Elliott. Los valores de junio, julio y agosto también se pueden utilizar para predecir los precios del activo, ya que estos son mayores al valor inferior de la onda 1.

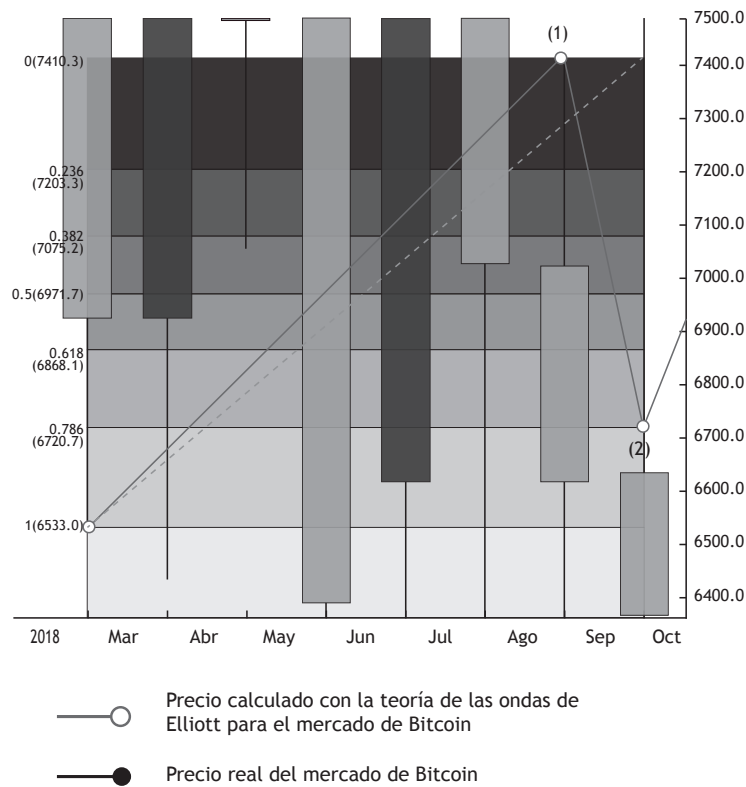


Figura 9. Partes inferiores y superiores de la onda 1 y la onda 2 para el segundo ciclo de mercado. Fuente: adaptado de TradingView.

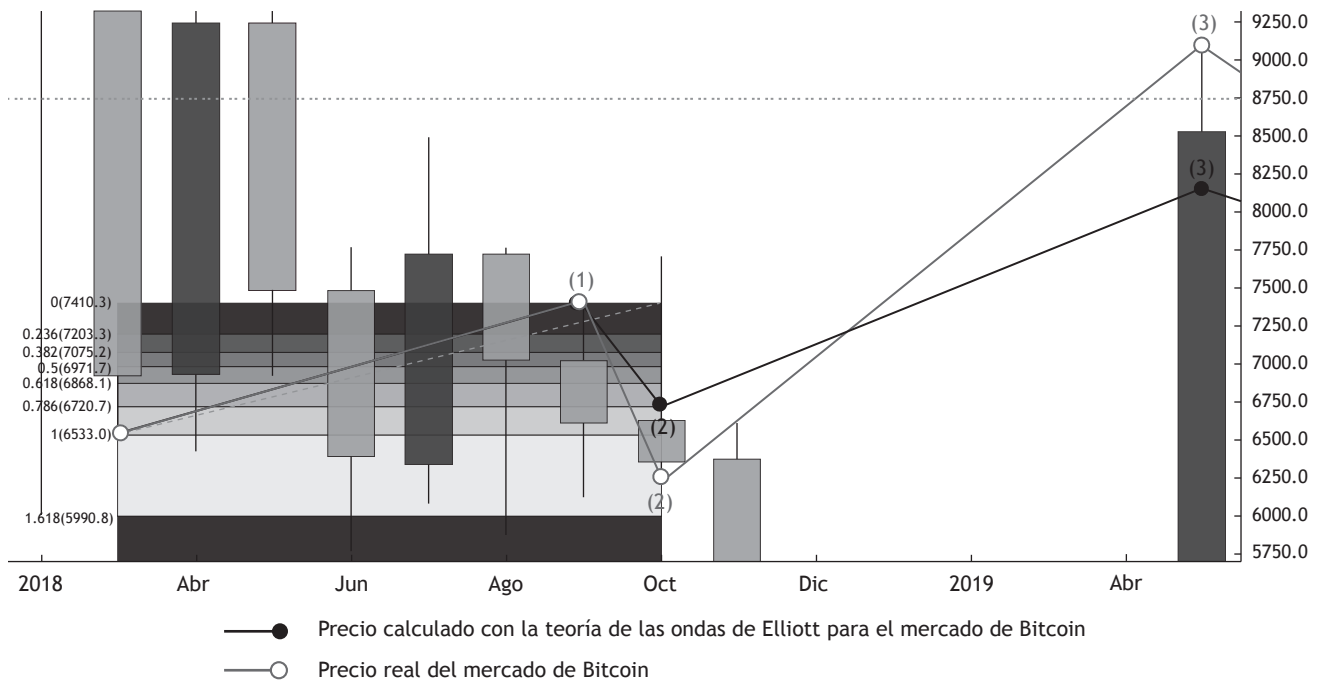


Figura 10. Contraste de las onda 1, 2 y 3 del segundo ciclo de mercado respecto al precio calculado con la teoría de ondas de Elliott. Fuente: adaptado de TradingView.

Objetivo mínimo para el valor superior de la onda 5 = $(887.3 \text{ USD}) \times (2 \times 1.618) + 6720.7 \text{ USD} = 9592$

De acuerdo con la teoría de ondas de Elliott y el período inicial para el análisis de este segundo ciclo de mercado, el período de mercado alcista se acaba en diciembre de 2019,

de manera que en esta fecha, el precio del Bitcoin será muy cercano a los objetivos máximos y mínimos que se han calculado para el valor superior de la onda 5. Hasta aquí puede predecirse el comportamiento del mercado para este activo, dado que el siguiente período para analizar es el período

bajista, donde es necesario conocer el valor de la onda A. Lo que sí puede saberse gracias a la teoría de ondas de Elliott, es que este período bajista finalizará en enero de 2021, donde el precio del Bitcoin tendrá una posible caída.

Finalmente, se presenta un gráfico con el contraste de los precios del primer ciclo de mercado completo y el segundo ciclo de mercado alcista respecto al calculado con la teoría de ondas de Elliott (véase figura 12).

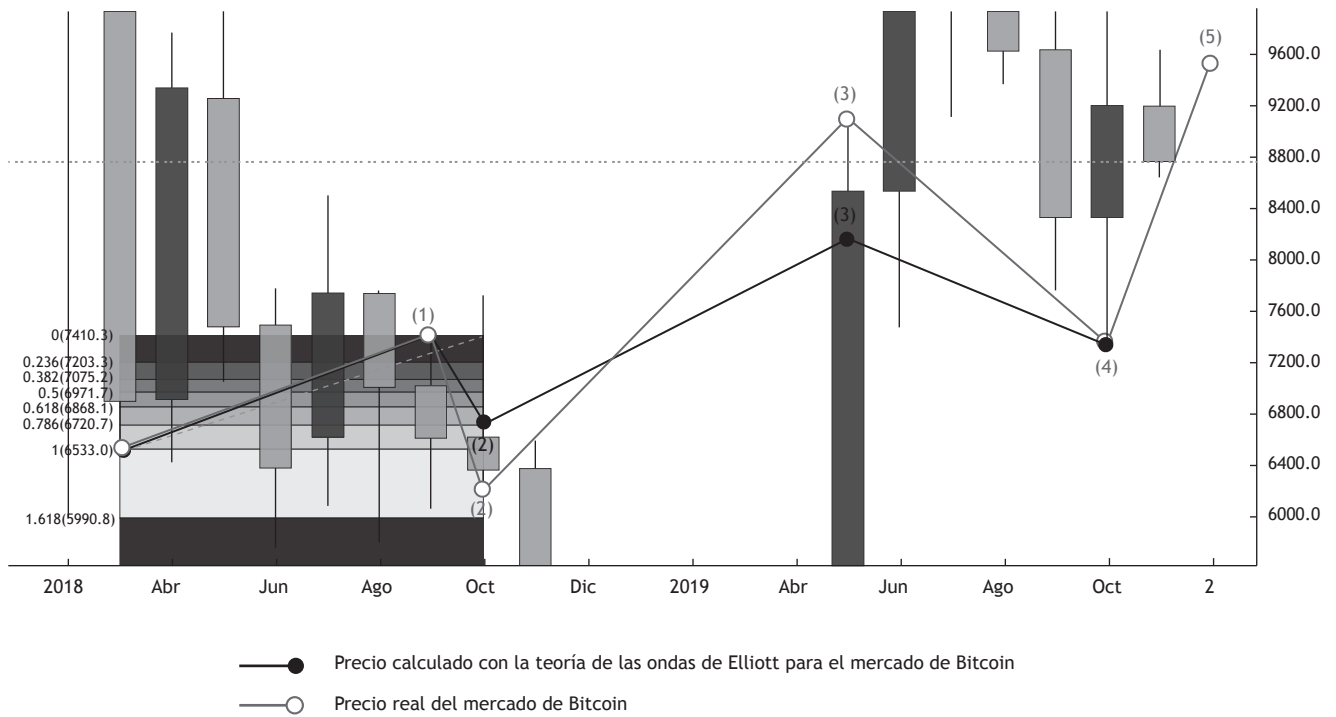


Figura 11. Contraste del ciclo completo de mercado alcista para el segundo período analizado del Bitcoin. Fuente: adaptado de TradingView.

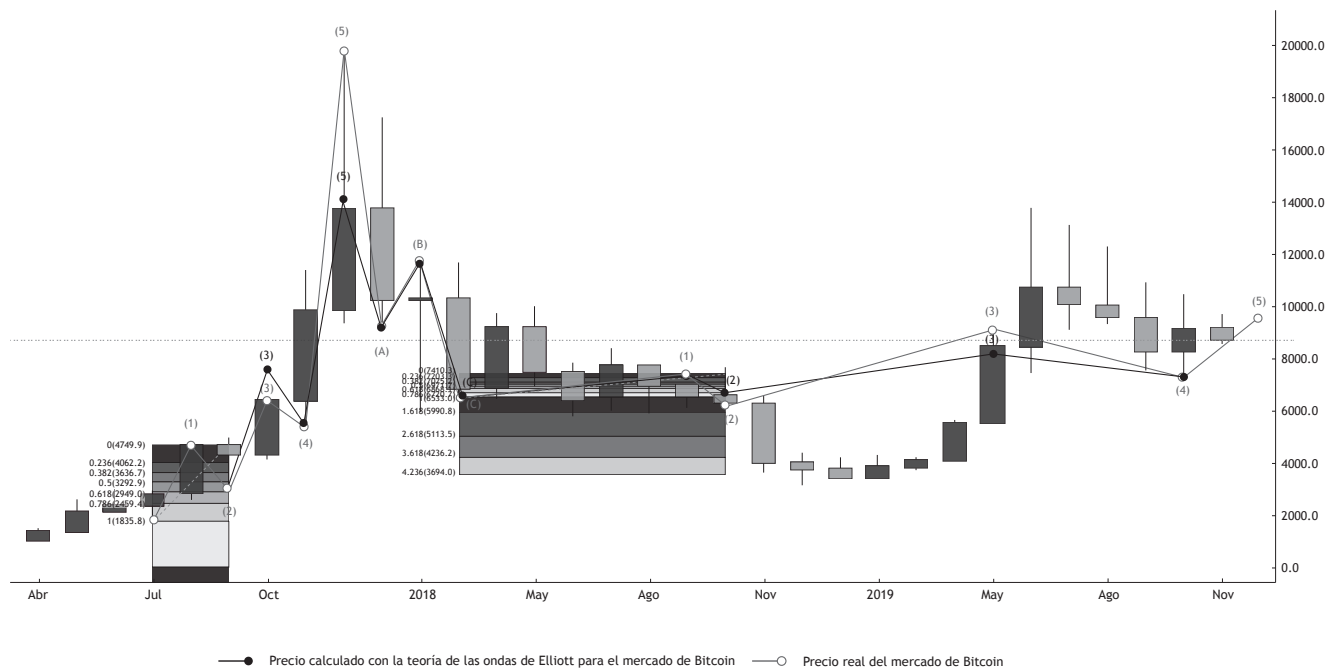


Figura 12. Contraste de los ciclos analizados del Bitcoin respecto a los valores calculados por medio de la teoría de ondas de Elliott. Fuente: adaptado de TradingView.

Conclusiones y discusión

Si bien el análisis técnico ofrecido por la teoría de ondas de Elliott es completamente empírico, es una de las herramientas más usadas en el ámbito del *trading* financiero. Y en el marco de uno de los mercados financieros más volátiles, el de las criptomonedas, hemos visto cómo su poder de predicción es más que aceptable; así como ha sido ilustrado para el Bitcoin, la misma técnica fue aplicada para analizar el comportamiento del Ripple y del Ethereum, obteniendo resultados aproximados al comportamiento de estas monedas, comprobando la efectividad de la teoría de ondas de Elliott, tan precisa para predecir comportamientos financieros que en la mayoría de los casos dependen de factores sociales, políticos, micro y macroeconómicos y de las diferentes conductas de los inversionistas, lo cual la hace aún más sorprendente (Figá-Talamanca & Patacca, 2019).

Todo lo anterior se ha desarrollado aplicando simplemente la versión más simple de la teoría. Esto es, con una onda básica de 8 segmentos, pero por qué detenerse aquí. Un análisis más preciso puede llevarse a cabo con una onda con más estructura, una de 13 segmentos, dividida en una fase de impulso de 8 segmentos, seguida de una fase de corrección de 5 segmentos; o una de 21 segmentos, dividida en una fase de impulso de 13 segmentos, seguida de una fase de corrección de 8 segmentos, y así sucesivamente de acuerdo con los números de Fibonacci y sus respectivos radios 2. Y a este respecto, el interés no solo será sobre el poder de predicción de un tipo de onda a otro, sino también sobre la aparición estadística en un cierto período de tiempo, de unas comparadas con las otras; de hecho, dado un activo cualesquiera en un mercado bursátil, saber cuál es la probabilidad de encontrar una onda de Elliott básica, es una pregunta abierta.

Finalmente, una justificación sólida y matemáticamente consistente de por qué este tipo de ondas aparece desde hace ya casi un siglo, como patrón del comportamiento de los activos en los mercados bursátiles, parece un sueño lejano, en opinión de algunos, algo imposible. Este es el gran reto, y el eje de estudio para las siguientes investigaciones en la teoría de Elliott.

Financiación

El artículo se realizó dentro del grupo de investigación Promente K de la Facultad de Matemáticas e Ingenierías y fue financiado por la Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

REFERENCIAS

- Atsalakis, G., Atsalaki, I., Pasiouras, F., & Zopounidis, C. (2019). Bitcoin price forecasting with neuro-fuzzy techniques. *European Journal of Operational Research*, 276(2), 770-780. doi:10.1016/j.ejor.2019.01.040.
- Bariviera, A. (2017). The inefficiency of Bitcoin revisited: A dynamic approach. *Economics Letters*, 161, 1-4. doi:10.1016/j.econlet.2017.09.013.
- Bicknell, M., & Hoggatt, V. (1972). *A primer for the Fibonacci numbers*. California: Fibonacci Association, San Jose State University.
- Casti, J. (2002). The waves of life: The Elliott wave principle and the patterns of everyday events. Accounting for things. *Complexity*, 7(6), 12-17.
- Chaim, P., & Laurini, M. (2019). Is Bitcoin a Bubble? *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 519, 222-232. doi:10.1016/j.physa.2018.11.031.
- Chatterjee, A., Ayadi, O., & Maniam, B. (2002). The application of Fibonacci sequence and Elliott wave theory in predicting security price movements: A survey. *Journal of Commercial Banking and Finance*.
- Chen, Z., Li, C., & Sun, W. (2020). Bitcoin price prediction using machine learning: An approach to sample dimension engineering. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 365, 13. doi:10.1016/j.cam.2019.112395.
- CoinMarketCap. (2019). *Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization [Tabla]*. Recuperado el 17 de octubre de 2019, de CoinMarketCap: <https://coinmarketcap.com/>.
- Figá-Talamanca, G., & Patacca, M. (2019). Does market attention affect Bitcoin returns and volatility? *Decisions in Economics and Finance*, 42(1), 135-155. doi:10.1007/s10203-019-00258-7.
- Flori, A. (2019). Cryptocurrencies in finance: Review and applications. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 22(5), 1-22. doi:10.1142/S0219024919500201.
- Frolkova, M., & Mandjes, M. (2019). A Bitcoin-inspired infinite-server model with a random fluid limit. *Stoch. Models*, 35(1), 1-32. doi:10.1080/15326349.2018.1559739.
- Goffard, P. (2019). Fraud risk assessment within blockchain transactions. *Advances in Applied Probability*, 51(2), 443-467. doi:10.1017/apr.2019.18.
- Hartle, T. (1997). Fibonacci trader product review. *Stock & Commodities Magazine*, 1-15.
- Ilalan, D. (2016). Elliott wave principle and the corresponding fractional Brownian motion in stock markets: Evidence from Nikkei 225 index. *Chaos Solitons & Fractals*, 92, 137-141. doi:10.1016/j.chaos.2016.09.018.
- Krausz, R. (1998). New Gann Swing Charist dynamic Fibonacci channels. *Fibonacci Trader Journal*, 1(1), 1-8.
- Maxwell, G., Poelstra, A., Seurin, Y., & Wuille, P. (2019). Simple Schnorr multi-signatures with applications to Bitcoin. *Designs, Codes and Cryptography*, 87(9), 2139-2164. doi:10.1007/s10623-019-00608-x.
- Murphy, J. (1999). *Technical analysis of the financial markets*. New York: New York Institute of Finance.
- Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Obtenido de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Nasdaq. (2020). Market activity. Obtenido de <https://www.nasdaq.com>.
- Pretcher, R. (2007). *The basics of the Elliott wave principle*. Georgia: Elliott Wave International.
- Semmouni, M. C., Nitaj, A., & Belkasmi, M. (2019). Bitcoin security with post quantum cryptography. *Lecture Notes in Computer Science*, 281-288. doi:10.1007/978-3-030-31277-0_19.
- TradingView. (2019). *BTCUSD Crypto Chart*. Obtenido de <https://www.tradingview.com/>.
- Vieira, F. (2017). De Moivre's formula, or Binet or Lamé's formula: Proofs and generalities about the generalized Fibonacci sequence (GFS). *Revista Brasileira de História da Matemática*, 17(33), 1-16.
- Vishvaksenan, K., Kalaiarasan, R., Kalidoss, R., & Karthipan, R. (2016). Real time experimental study and analysis of Elliott wave theory in signal strength prediction. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India - Section A*. doi:10.1007/s40010-016-0323-8.
- Walsh, C. (2018). Trust in banking is broken - Here's how to fix it. *Forbes Finance Council*. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/forbesfinancecouncil>.