

## **Aplicación de redes neuronales artificiales en la compra y venta de acciones de Alphabet Inc**

### **Application of artificial neural networks in the trading of shares of Alphabet Inc**

Alfonso Jesús Gozzo Otero<sup>1</sup>

#### **Resumen**

En este artículo se analizará la aplicación del algoritmo de inteligencia artificial llamado “Charmander” y ver la efectividad que genera en la compra y venta de acciones de Alphabet Inc.; mejor conocida como Google, empresa en el sector de los servicios de comunicación y de la industria del internet (Yahoo, 2021). La inteligencia artificial ha evolucionado todos los sectores de la economía mundial, haciendo más eficiente, entre otras cosas, las inversiones en mercados financieros y más específicamente en las bolsas de valores. El algoritmo está basado en redes neuronales, estas son la base de la inteligencia artificial, surgen a partir del estudio del cerebro humano y tienen una estructura similar a las neuronas de un cerebro. “Estas redes tratan de simular computacionalmente las facultades de pensamiento y raciocinio del cerebro, para así solucionar problemas habituales relacionados con el reconocimiento de formas, patrones, predicciones, clasificaciones y optimizaciones, entre otros” (Peso, 2005, pág. 7). Se implementará el algoritmo de redes neuronales artificiales en diferentes marcos temporales. Es decir que se aplicará el mismo sistema, en el mismo activo, pero con velas de 5, 15, 30 y 60 minutos. Cada una de estas temporalidades genera resultados completamente diferentes, ya que muestra el precio máximo y mínimo de manera diferente en cada marco temporal, influyendo por completo en la toma de decisiones de abrir una operación en el mercado.

---

<sup>1</sup> Estudiante egresado no graduado de Negocios Internacionales, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja Colombia, [alfonso.gozzo@usantoto.edu.co](mailto:alfonso.gozzo@usantoto.edu.co)

**Palabras clave.** Redes neuronales, Trading, Operaciones de mercado, algoritmos, inteligencia artificial, bolsa de valores.

### **Abstract**

The following article will study the efficiency of the artificial intelligence algorithm called "CHARMANDER" and the results it generates in the purchase and sale of shares of Alphabet Inc.; better known as Google, a company in the communication services and internet industry sector (Yahoo, 2021). Artificial intelligence has evolved all sectors of the world economy, making more efficiently, among other things, investments in financial markets such as stock exchanges. Neural networks are the basis of artificial intelligence (AI), they arise from the study of the human brain and have a structure similar to the neurons of a brain. "These networks try to computationally simulate the brain's powers of thought and reasoning, in order to solve common problems related to the recognition of shapes, patterns, predictions, classifications and optimizations, among others" (Peso, 2005, p. 7). The artificial neural network algorithm will be implemented in different time frames. In other words, the same system will be applied in candles of 5, 15, 30 and 60 minutes. Each of these temporary ones generates completely different results, since it shows the maximum and minimum price differently in each time frame, completely influencing the decision-making to open a trade in the market.

**Key words.** Neural networks, Trading, Market operations, algorithm, algorithms, artificial intelligence, stock exchange.

## Introducción

Las redes neuronales artificiales de ahora en adelante RNA, encuentran una gran aplicación en el campo de la economía y las finanzas, esto es debido a que las RNA permiten un mejor procesamiento e interpretación de los datos e información disponible, sin que estos sean necesariamente lineales o tengan patrones bastantes claros y en muchos casos muy difíciles de encontrar. Entonces, esta rama de la inteligencia artificial permite a los algoritmos una función de autoaprendizaje, lo cual hace que los datos generados sean tomados en consideración para la toma de futuras decisiones basadas en la experiencia previa (Rouhiainen, 2018). Es por eso que en el área de las finanzas se dan las condiciones precisas para el tratamiento de datos con las redes neuronales artificiales (Peso, 2005, pág. 27), ya que muchas veces se dan datos incompletos y distorsionados haciendo que su análisis y planteamientos estadísticos o con simples modelos algorítmicos arrojen resultados más confiables.

Como se mencionó anteriormente, se implementará y simulará el algoritmo “CHARMANDER”, que fue desarrollado por David Barinas, quien es un desarrollador de software con más de 10 años de experiencia quien tuvo la tarea de desarrollar el algoritmo de las redes neuronales que han sido realizadas en el lenguaje de programación de Python y el coautor Alfonso Gozzo, quien escribe el siguiente artículo y contribuyó con la tarea de identificar los indicadores y datos técnicos necesarios para el correcto funcionamiento del algoritmo y realizar las pruebas del comportamiento del algoritmo en la plataforma tradingview.com.

“CHARMANDER” fue realizado como un proyecto personal de los autores con el fin de poder invertir en los mercados de capital mitigando el riesgo ligado a las emociones humanas, que usualmente generan grandes reducciones del capital de la cuenta que se invierte.

El activo financiero en el que invertiremos es Alphabet Inc., previamente conocida como Google, símbolo de cotización: GOOG, tiene una capitalización bursátil de 1,5 Trillones de

dólares (Tradingview, 2021), lo cual convierte a la empresa en la quinta compañía más grande del mundo (Slickchart, 2021). Google se encuentra listado en la bolsa de valores de NASDAQ, siglas en inglés de National Association of Securities Dealers Automated Quotation, es la segunda mayor bolsa de valores por capitalización de mercado en el mundo (Winck, 2020), luego de la otra bolsa neoyorquina de New York Stock Exchange (NYSE).

El algoritmo de RNA “CHARMANDER” tiene el código fuente del funcionamiento del algoritmo programado en Python, un lenguaje de programación libre, ósea disponible sin necesidad de una licencia, puede ser usado por cualquier persona, este lenguaje es bastante completo y que permite hacer labores complejas en pocas líneas de código.

Con las redes neuronales artificiales del algoritmo “CHARMANDER” se pueden analizar los datos de las diferentes herramientas e indicadores, lo que llevará al algoritmo a predecir, con un elevado grado de acierto, que tipo de operación se deberá realizar. Además, en caso de éxito o fracaso las mismas RNA se encargarán de un autoaprendizaje, ya que los resultados de las operaciones serán tomados como nuevos datos para el continuo entrenamiento del algoritmo; según Russo et al. (2016) para que una máquina pueda comportarse de manera inteligente debería ser capaz de resolver problemas de la manera en que lo hacen los humanos, es decir, en base a la experiencia y el conocimiento.

El algoritmo será puesto en simulación en la plataforma de Tradingview, en su sitio web [www.tradingview.com](http://www.tradingview.com), en un panel de ejecución donde se debe subir el código del algoritmo y se aplica a los gráficos, donde se ejecutan operaciones especulativas de compra, o en largo (Panayiotis, Kouretas, & Zaragas, 2011, pág. 16), lo que significa que el precio del activo será mayor en el futuro  $n$  al precio actual en el momento de ejecutar la operación, y por otro lado operaciones de venta, o en corto, donde el precio del activo será menor en el futuro  $n$  al precio

actual al momento de ejecutar una operación. Estas operaciones de compra y venta de activos financieros se les conoce como trading. Para poder asegurar el correcto funcionamiento del algoritmo en el mercado actual, lo primero que se debe de hacer es un *backtesting*, esto no es más que el cálculo de las estadísticas y el comportamiento del algoritmo en el pasado (Martínez, Cómo hacer backtesting en forex, 2019), esto significa que aplicaremos la estrategia en el pasado y veremos los resultados que se hubiesen obtenido en dicho periodo de haberse implementado el algoritmo “CHARMANDER” en ese momento. Así se tendrá un aproximado de cuál es el rendimiento esperado para el presente. Los principales criterios que entraremos a evaluar una vez realizado la simulación del algoritmo en la acción de Google serán los siguientes: El beneficio neto, el número de operaciones que se realizaron, el porcentaje de operaciones cerradas con beneficio, el factor de beneficio, el *drawdown*, el promedio de velas en cada operación. Estas últimas no son más que la representación visual que evidencia la evolución del precio de un activo en la gráfica gráfica, dándonos información relevante como: precio de apertura, precio máximo y mínimo alcanzado en un marco de tiempo específico y el precio de cierre (Mendieta, SF, pág. 10).

Los criterios apenas mencionados serán evaluados y comparados con las diferentes temporalidades en las velas de cinco, quince, treinta y una hora. Sin duda alguna, los marcos de tiempo de velas diferentes, presentarán resultados muy distintos entre sí, y se evidenciará en cual hay un mayor impacto positivo de las RNA sobre el activo de Google.

## Reflexión

¿Qué es trading? Esta es una pregunta que no todo el mundo conoce una respuesta concreta, en muchos casos las personas piensan que se trata de un negocio multinivel o de mercadeo binario, lo cual es completamente erróneo y no tiene absolutamente nada que ver con lo que realmente es el arte del trading. Para de Herrera (2015) el trading son operaciones bursátiles que implican comprar y vender un activo financiero, esto puede ser un índice (S&P 500, DAX, IBEX 35), acciones (Google, Apple, Avianca), divisas (Euro, dólar, libra esterlina, peso), materias primas (Oro, café, petróleo) e incluso criptomonedas (Bitcoin, Ethereum, XRP), donde la finalidad es la obtener un beneficio comprando barato y vendiendo caro u operando a la baja del mercado. Entonces esto convierte al trading en un negocio especulativo, donde los participantes ganaran dinero al acertar si el activo tendrá un precio mayor al que ellos compraron (compra) o uno menor al que ellos compraron (venta). No obstante, el pensar que es un juego de azar por lo general termina arruinando a los especuladores, de hecho, hay un famoso mito en el que el 95% de los especuladores en la bolsa pierden el dinero.

La especulación en la bolsa de valores no es una ciencia exacta, nadie sabrá con un 100% de seguridad cuál será el precio exacto de un activo en los próximos cinco minutos, 1 hora, o una semana; ahora bien, si hay formas de estudio que permiten tener un aproximado de la valuación o devaluación de un activo en un tiempo  $x$ . La mayor parte, por no decir que absolutamente todos los traders profesionales y expertos de bolsa, tienen sistemas para hacer trading. Un sistema de trading es un conjunto de reglas que especifican cómo operar en uno o varios activos financieros con el objeto de generar una rentabilidad (López, 2018). Según la anterior definición, se puede establecer que el algoritmo de inteligencia artificial de RNA “CHARMANDER”, es un sistema de inteligencia artificial de trading, capaz de realizar análisis bursátil y la gestión

monetaria de las operaciones, ósea establecer los límites máximos de ganancia y de pérdida, conocidos como take profit y stop loss, de cada operación. El algoritmo está desarrollado en el lenguaje de programación de Python que como afirma González (2014, pág. 8) “Python es un lenguaje de sintaxis clara, simple y sencilla lo cual hace que programar en Python una aplicación sea una experiencia sencilla, rápida y divertida”.

La importancia de una estrategia automatizada es que establece patrones claros de operación y eliminar la avaricia o el temor humano.

Todos tenemos una tendencia innata a cortar las ganancias antes de la cuenta y a dejar correr las pérdidas de una manera exagerada. Cambiamos nuestra aversión al riesgo en función de si lo que teníamos delante eran ganancias o pérdidas. Esto es, un suicidio. (Luis A, 2015, pág. 95).

Estos límites pueden variar dependiendo del activo financiero: acciones, divisas, índices, materias primas y criptomonedas. También será influyente en los límites de take profit y stop loss el tiempo de graficación del activo, así como también el valor numérico de los indica que analizarán las redes neuronales. Para considerar un sistema de trading eficiente, es muy subjetivo y depende mucho del apetito por el riesgo de cada persona, por ejemplo, para De Luis (2014, pág. 33) “un sistema que se podría considerar apto para realizar las inversiones, sería aquél que diese cinco entradas buenas de diez”. Con este sistema de un 50% de efectividad se puede conseguir unas ganancias consistentes.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de realizar trading, sin duda alguna será el *psicotrading*, la parte psicológica del trading que estudia el comportamiento de las personas que interactúan con la bolsa de valores. Perder dinero en una operación resulta ser frustrante para cualquier persona y esto puede alterar la operatividad del trading, pero

también el ganar dinero en una operación puede llevar a la euforia y también hacer tomar al *trader* malas decisiones. “Hay dos grandes fuerzas que mueven los mercados, la avaricia y el miedo. En muchas ocasiones estas emociones juegan muy malas pasadas” (Fialli, 2015, pág. 98)

Es por eso que el sistema algorítmico de RNA “CHARMANDER” tiene la ventaja de dejar el sentimentalismo fuera de la toma de decisiones al momento de ejecutar una orden, con ese factor fuera, las operaciones se basan en la lógica de lo que fue diseñado desde un principio. Lo anterior significa que gane o pierda una o varias operaciones seguidas, no afectará en nada la apertura de las siguientes operaciones, sino que servirán como ulteriores datos para el entrenamiento de las redes neuronales artificiales y así cada vez tomar mejores decisiones en la interacción con el mercado. El desarrollo de las redes neuronales artificiales es complicado en cuanto a su entrenamiento, para lo anterior se necesitó la reunión de decenas de miles de datos sobre los históricos de activos como: las divisas euro-dólar y libra dólar, índices de materias primas como las del oro y el café y criptomonedas como bitcoin y ethereum. Inicialmente no se usaron datos sobre la cotización de las acciones ya que para la ejecución y operación de esta enfocada más al largo plazo y requiere de un capital superior. El proceso de obtención de datos es de los más importantes ya que estos impactarán en el correcto funcionamiento del algoritmo, para “CHARMANDER” fueron utilizadas todas las temporalidades en velas registradas, es decir, que se obtuvieron el precio de apertura, máximo, mínimo y de cierre de cada vela desde el 01 de enero del 2005, hasta aproximadamente mediados de junio del 2018. A menor temporalidad de la vela mayor cantidad de datos y a mayor temporalidad, una semana o un mes en cada vela, viceversa. Una vez obtenidos los datos, fue realizada una modelación de regresión lineal, este es un modelo matemático que busca determinar la relación entre una variable dependiente (Y) y una independiente (X). Luego comenzó el entrenamiento de la máquina y las redes neuronales, con el

entrenamiento se refiere al análisis de datos y la continua búsqueda de relaciones matemáticas entre ellas, con el objetivo de poder predecir un precio en el futuro  $n$ , luego  $n+1$ ,  $n+2$  y así sucesivamente hasta que tuviera un margen de error en la predicción inferior al 30%. Es importante tener en cuenta que, si se quieren manejar márgenes de error muy bajos, por debajo del 10% o el 5% habría una sobre optimización de los resultados, es decir que para que dé resultados muy similares en diferentes periodos de tiempo, deberían repetirse las mismas condiciones y en los mercados de capital esto es poco probable.

El La aplicación del algoritmo de RNA “CHARMANDER” será implementada y testeada en Tradingview, que es una plataforma proveedora de gráficos de bolsa con herramientas avanzadas para poder estudiar y hacer seguimientos de los diferentes activos, además cuenta con un módulo dentro de su plataforma, el cual permite importar códigos y algoritmos para aplicar a los diferentes activos y validar las estrategias, configurar parámetros de entradas, modificar indicadores y testear las estrategias para ver el comportamiento del activo en el pasado (Tradingview, 2021). También permite a los usuarios interactuar, compartir sus estrategias y estudios sobre los diferentes activos. Una vez importado el *script* o código del algoritmo dentro de la plataforma web, se procede con abrir el gráfico de la acción de Alphabet Inc. (NASDAQ:GOOG) y se ejecuta el código sobre el gráfico.

Es momento de configurar los parámetros de entradas que consideremos necesarios para que el algoritmo de RNA ejecute las órdenes. Para esta simulación se trabajará con una cuenta estándar de \$10.000 dólares americanos. Para poder operar en los mercados se necesitan de un corredor de bolsa, bróker en inglés. Estos operadores son intermediarios que reúnen la oferta y la demanda de los diferentes activos financieros y cobran una comisión por este servicio, Admiralmarkets (2021) los define como una entidad financiera autorizada y regulada que ejecuta

las órdenes de los operadores en los mercados. También es responsable de la seguridad de los fondos que pertenecen a sus clientes. Los corredores de bolsa también ofrecen el apalancamiento financiero, como lo dice su nombre es el efecto palanca de los mercados financieros y su efecto en las operaciones es exactamente el mismo, esto permite a los traders invertir grandes cantidades de dinero en sus posiciones sin tener el capital total de la operación, haciendo así que las ganancias y las pérdidas sean mayores con respecto a si se hace la inversión sin apalancamiento, lo anterior permite a los pequeños inversores participar en el mercado y obtener buenos resultados.

Hernández (2015, pág. 18) afirma lo siguiente sobre el apalancamiento financiero:

Esta herramienta es esencial en trading, ya que, si tenemos en cuenta que el promedio de fluctuación de las principales monedas o majors, es menor del 1% diario, tenemos un mercado en el que para obtener beneficios hace falta invertir grandes cantidades.

Según su país de regulación pueden aumentar dichos apalancamientos.

Los apalancamientos dependiendo de algunos brokers pueden llegar a 1:1000, es decir una posición mil veces superior al dinero que realmente se tiene para abrir dicha posición.

Para este caso de aplicación utilizaremos un apalancamiento de 1:5, que es el máximo permitido por la mayoría de brokers regulados. Es decir que para abrir una posición de US \$10.000, la cuenta debe tener disponible al menos US \$2.000. Esto significa que con una inversión real de los dos mil dólares tendremos las ganancias y pérdidas cinco veces más grandes.

La comisión para este caso será de US \$0,10 por acción de Alphabet Inc., esta comisión es la que cobra el bróker para que se ejecute la operación en el mercado. El último parámetro a

configurar es el *slippage*, en español se trata del deslizamiento, o mejor dicho la diferencia entre el precio en el que se desea entrar y en el que se ejecuta la orden. El deslizamiento se da por el tiempo en el que se retrasa ejecutar la orden, este puede ser negativo o positivo. Para Tragett (2020) “La primera y principal razón del deslizamiento es la alta volatilidad. En tiempos de alta volatilidad, el precio cambia tan rápido que el mercado no puede cumplir con el precio que tú requieres”. Hay maneras de poder controlar este deslizamiento, la mejor opción es la de escoger un bróker que ejecute órdenes con mayor rapidez, entrando así sin mayor variación en el precio del activo.

En este caso, en la plataforma de Tradingview se puede establecer un *slippage* para hacer más confiable el cálculo estadístico de la estrategia, afectando así cada entrada en el mercado. Se configura un deslizamiento de 3 ticks, ósea el cambio de precio más pequeño que existe en el mercado, a más ticks, mayor actividad, lo que termina generando mayores movimientos (Gallofré, 2014).

### **Figura 1.**

*Propiedades configurables del algoritmo RNA “CHARMANDER” en la plataforma de Tradingview*

Inputs	Properties	Style
Initial Capital	<input type="text" value="10 000"/>	
Base Currency	<input type="text" value="Default"/> <input type="button" value="v"/>	
Order Size	<input type="text" value="10 000"/>	<input type="text" value="USD"/> <input type="button" value="v"/>
Pyramiding	<input type="text" value="0"/>	orders
Commission	<input type="text" value="0.0041"/>	<input type="text" value="%"/> <input type="button" value="v"/>
Verify Price For Limit Orders	<input type="text" value="0"/>	ticks
Slippage	<input type="text" value="3"/>	ticks

*Nota.* Se evidencian los campos a configurar, el valor de cada operación, las comisiones pagadas, el número de órdenes a ejecutar. Tomado de tradingview.com.

Como se evidencia en la figura 1, ya están configurados los parámetros del algoritmo donde:

- Capital inicial de la cuenta: US \$10.000
- Tamaño de las posiciones: US \$10.000. Con apalancamiento 1:5, es decir que se requiere de US \$2.000 en la cuenta para poder abrir la posición de US \$10.000
- Comisión de bróker: US \$0,10 por acción. Lo que corresponde al 0,0041% que se paga de comisión por cada orden de US \$10.000. Es decir, en promedio se pagará US \$0,41 por cada orden.
- Slippage: 3 ticks

Se ejecutara y se evidenciará los resultados del algoritmo de RNA “CHARMANDER” en las acciones de Alphabet Inc., (NASDAQ:GOOG) en velas de diferentes temporalidades, de 5, 15 y 30 minutos de duración por vela y de 1 hora.

Cabe aclarar que en cada temporalidad aumentará el beneficio neto en términos de porcentaje y de ganancia en US\$, esto se debe a que mientras de mayor rango de tiempo sea cada vela, más tiempo podrá regresar el algoritmo a tomar decisiones, por ende, tendrá una muestra mayor e iniciara la simulación meses mucho antes que las velas de menor temporalidad.

Los datos se demostrarán en el siguiente orden de izquierda a derecha: Beneficio neto (net profit), cantidad de operaciones cerradas (total closed trades), porcentaje de operaciones exitosas (percent profitable), factor de beneficio (profit factor), drawdown máximo (max drawdown), ganancia promedio por operación (avg trade), promedio de barras por operación (avg # bars in trade).

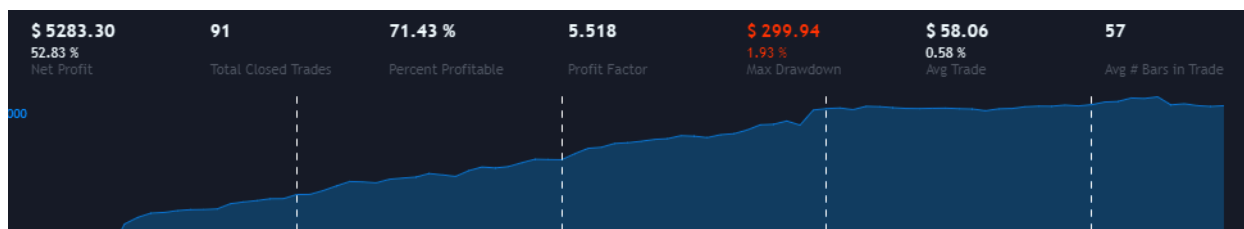
A continuación, se demostrarán los comportamientos y resultados que generan las RNA “CHARMANDER” en las diferentes temporalidades de las gráficas con velas de 5, 15, 30 minutos y 1 hora.

### Implementación de las RNA “CHARMANDER” en velas de 5 minutos.

A continuación, se mostraran los resultados de la estrategia del algoritmo RNA “CHARMANDER”:

#### Figura 2

*Resultados del algoritmo “CHARMANDER” en velas de 5 minutos*



*Nota.* Resultados obtenidos de la implementación del algoritmo en 91 operaciones con velas de 5 minutos. Tomado de tradingview.com

Esta estrategia tiene un beneficio neto del 52,83%, la primera operación realizada es del 25 de enero del 2021 a las 9:35 con un precio de apertura de US \$1924,95 por acción, con lo cual vendió 5 acciones de Google que cerró el mismo día a las 14:45, generando una utilidad en la operación de US \$202,77. En términos porcentuales, esta operación logró un 2,11% del valor total de la cuenta, el precio máximo alcanzado en el rango de tiempo que estuvo abierta la operación fue de US \$291,65. Con las velas de 5 minutos se efectuaron un total de 91 operaciones que van hasta el 29 de abril del presente año, generando US \$6452,57 y pérdidas de US \$1169,27. El 71.43% de las operaciones realizadas fue cerrada en positivo, generando así un factor de beneficio (profit factor) de 5,518, este indicador es la medida que relaciona las ganancias obtenidas sobre el total de las pérdidas generadas por el sistema de trading que se está evaluando (Martínez, 2020), el anterior indicador se puede interpretar como: por cada dólar perdido se gana 5,5 dólares en el sistema de las redes neuronales artificiales con la acción GOOG en velas de 5 minutos. El siguiente indicador para medir la estrategia es el *drawdown*, esto es la medición de un pico máximo en la gráfica de rendimientos de la estrategia a un mínimo de descenso y luego un rebote nuevamente a un máximo, prácticamente graficando una “U”, según Eva (2018) “El máximo de drawdown nos informa de la dificultad que tiene el sistema para recuperarse de las pérdidas”. En el sistema de RNA “CHARMANDER”, el drawdown máximo es de 1,93% lo cual significa que el sistema es constantemente creciente y que la pérdida acumulada antes de una recuperación del capital es de US \$299,94. El promedio de ganancia por operación es de US \$58,06, lo que traduce que por cada operación que se ejecute, en promedio, se ganará un 0,58% del total de la cuenta y por último, el tiempo promedio de cada operación es de 57 velas, desde el momento de su apertura hasta el cierre de la misma, es decir que en promedio cada operación dura 4,75 horas.

### Implementación de las RNA “CHARMANDER” en velas de 15 minutos.

Los resultados que se mostraran a continuación son con la graficación de las velas de 15 minutos, el capital de la cuenta, el monto de cada operación y el deslizamiento es igual que en la simulación anterior.

#### Figura 3

*Resultados del algoritmo “CHARMANDER” en velas de 15 minutos*



*Nota.* Resultados obtenidos de la implementación del algoritmo en 307 operaciones con velas de 15 minutos. Tomado de tradingview.com

Los resultados son los siguientes:

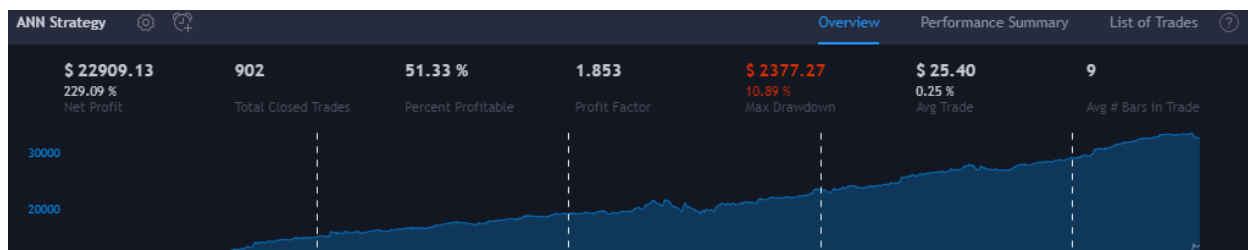
En este caso las velas tienen una temporalidad cada una de 15 minutos, lo cual hace que tenga una muestra más grande el algoritmo, por eso su primera operación ocurre el 01 de julio del 2020 a las 8:45, realizando una compra y cerrándola el 2 de julio del 2020 a las 14:00, con una ganancia de US \$442,55, o bien el 4,48% de la cuenta. En aquella ocasión la acción de Alphabet Inc. cotizaba a US \$1414,64 en la apertura y cerró la operación en US \$1477,98 por acción. En este caso el sistema generó una utilidad neta de US \$13458,59 lo equivalente al 134,59% hasta la fecha, diez meses, donde se ejecutaron 307 operaciones, de las cuales el porcentaje de operaciones exitosas fue del 59,93% es decir que 123 operaciones generaron pérdida con un promedio de US -\$60,59 por operación. El factor de beneficio con respecto a las velas de 5 minutos bajó de 5,518 a 2,806 lo que indica que por cada dólar perdido se ganaron \$2,8 dólares. En este caso también tenemos un drawdown mayor con US \$832,88 que equivale al

5,03% del total de la cuenta, lo cual se sigue considerando un buen manejo del riesgo en el mundo del trading, en muchos casos el drawdown máximo de una estrategia exitosa con una excelente gestión del riesgo oscila entre el 18% y el 25%. Sin embargo, a medida que es mayor la muestra de datos y hay un mayor número de operaciones, genera una disminución en la ganancia promedio por operación que en este caso es de \$43,95 dólares, lo equivalente al 0,44% de ganancia promedio por operación ejecutada por el algoritmo. La duración por operación es de 4,5 horas en promedio.

### Implementación de las RNA “CHARMANDER” en velas de 30 minutos.

#### Figura 4

*Resultados del algoritmo "CHARMANDER" en velas de 30 minutos*



*Nota.* Resultados obtenidos de la implementación del algoritmo en 902 operaciones con velas de 30 minutos. Tomado de tradingview.com

Los resultados del sistema con las velas de 30 minutos son los siguientes:

Como se había evidenciado anteriormente, mientras de mayor temporalidad tengan las velas y amplíen la muestra, se tendrá un beneficio neto superior. Como se evidencia en la *figura 4* la ganancia del sistema algorítmico es del 229,09% lo que en dólares equivale a \$22909,13. Esta simulación tiene inicio el 2 de enero del 2019 y sigue vigente hasta la fecha actual 29 de abril del 2021. La acción en aquel momento cotizaba a \$1021,65 dólares por acción, con lo cual en cada operación se comerciaba con 9 acciones, a medida que incrementa el precio de la acción va disminuyendo la cantidad de acciones que se pueden operar con los US \$10.000, sin embargo,

siempre se ejecutan los US \$10.000 por operación. También en este caso disminuye el porcentaje de operaciones exitosas dentro de la muestra, con apenas el 51,33% de las operaciones, lo que corresponde a 462 operaciones ganadoras frente a 439 operaciones perdedoras, no obstante la baja diferencia entre operaciones ganadoras y perdedoras, las primeras tienen una ganancia promedio de US \$107,66 frente a los \$61,18 dólares de pérdida por operación cerrada en negativo; lo que nos arroja un factor de beneficio de 1,853 valor muy cercano a un dólar menos que en el factor de beneficio del sistema testeado con las velas de 15 minutos. En este caso el drawdown es de 10,89% o bien 2377,27 USD. El tiempo medio de cada operación abierta es de 9 velas lo que es equivalente a 4,5 horas en promedio.

### Implementación de las RNA “CHARMANDER” en velas de 1 hora.

#### Figura 5

*Resultados del algoritmo “CHARMANDER” en velas de 60 minutos*



*Nota.* Resultados obtenidos de la implementación del algoritmo en 1264 operaciones con velas de 60 minutos. Tomado de tradingview.com

A continuación, se analizarán los resultados de las redes neuronales artificiales en la representación gráfica con velas de 1 hora.

En comparación a la estrategia simulada con las velas de 30 minutos, su utilidad neta disminuyó considerablemente, la primera operación fue realizada el 02 de enero del 2018 a las 10:30 y fue cerrada con una ganancia de 41,43 dólares el mismo día a las 14:30. En ese momento el precio

de la acción cotizaba cerca de los US \$1058,67. En total se ejecutaron 1264 operaciones donde apenas el 45,17% fueron exitosas, es decir cerraron con ganancias, sin embargo esto no significa que el beneficio neto sea negativo, de hecho el modelo generó un 159,26% de ganancia desde su primera operación hasta la fecha.29 de abril del 2021. El factor de beneficio es de 1,336 lo que lo convierte en el más bajo de las 3 simulaciones anteriores, donde por cada dólar perdido se ganan \$1,3 dólares. El drawdown máximo, es decir la caída más grande, con sucesivamente una recuperación fue del 19,43% lo que significan US \$2879,97. Pero el dato más sorprendente, en negativo, es el promedio de beneficio por operación que equivale a \$12,60 dólares por operación, cerca de 0,13% de ganancia por cada operación ejecutada, lo cual frente a las anteriores simulaciones resulta ser el más bajo, incluso la mitad del de velas de 30 minutos.

El promedio de duración por operación es de 6 horas, el mayor promedio de todas las simulaciones.

### **Conclusiones**

Como se mencionó anteriormente, Tradingview permite subir el algoritmo de RNA “CHARMANDER” a la plataforma, luego se aplica al gráfico, que puede ser cualquier activo financiero, en el caso del presente estudio es GOOG. Los resultados obtenidos en la prueba de 5, 15, 30 y 60 minutos determinan la robustez de la estrategia, estos resultados evidenciarán o descartarán la positividad de la inteligencia artificial en las acciones de Google. Con los resultados obtenidos, se ha demostrado la positiva utilización de las RNA “CHARMANDER” en la creación de un sistema de trading aplicado en las acciones de Google (NASDAQ:GOOG), donde en las cuatro temporalidades de las velas, 5, 15, 30 minutos y 1 hora, han obtenido resultados estadísticos en su backtesting de rentabilidad. Para considerar una estrategia como

confiable estadísticamente, esta ha de haber realizado más de 100 operaciones. Ya que “el tamaño de muestra permite a los investigadores saber cuántos individuos son necesarios estudiar, para poder estimar un parámetro determinado con el grado de confianza deseado” (García, Redding, & López, 2015, pág. 1).

Lo anterior descartaría la estrategia con velas de 5 minutos, que, aunque esta estrategia es la de mayor rentabilidad promedio por operación (0,58%) de ganancia por cada ejecución de mercado, alcanza únicamente una muestra de 92 operaciones. En cambio, la estrategia aplicada en el marco temporal de 15 minutos, resulta ser la más atractiva ya que consigue una rentabilidad del 134,59% en 307 operaciones, lo que es igual a una rentabilidad de 0,44% por operación, siendo un 0,14% inferior con respecto a la anterior, pero con una muestra un 330% mayor en cantidad de operaciones. Siguiendo lo planteado anteriormente se podría intuir que la aplicación de las RNA “CHARMANDER”, tendrán mejores resultados a medida que aumenta la temporalidad de las velas, dicha afirmación resulta ser errónea.

En las velas de 30 minutos, arroja una rentabilidad del 229,09% pero requiere de aproximadamente 2 años y 4 meses para conseguirla, es decir 28 meses con un promedio de 8,1% de rentabilidad al mes. Mientras que en la de 15 minutos necesita de 10 meses, lo que es igual a una rentabilidad del 13,4% por mes. En las velas de 1 hora, las RNA apenas generaron un 159,26% de utilidad en 3 años y 4 meses, es decir 3,98% de rentabilidad mensual.

Las RNA de “CHARMANDER” están bastante lejos de ser perfección total y entradas perfectas al mercado, como dice Bolinches (2017) “Que el Santo Grial no existe en el mundo del trading y quien intente convencerse de lo contrario es que tiene realmente otras intenciones”. En este caso se quiere enfatizar en que el sistema también presenta operaciones negativas y que de

no tener una gestión adecuada del dinero puede traer consecuencias negativas al trading, por ejemplo, una larga racha de operaciones perdidas consecutivamente (Fraga, SF).

En las anteriores implementaciones del algoritmo de redes neuronales artificiales estas fueron las operaciones con mayor valor de pérdida: En velas de 1 hora US \$644,42; en 30 minutos US \$587,40; en 15 minutos US \$430,40; 5 minutos US \$252,74. Para Rubén Martínez (2021) “Busca el equilibrio a tu favor entre operaciones ganadoras y pérdidas rentables”. De no lograr dicho equilibrio la aplicación del actual sistema, como de cualquiera, resultará en una opción inviable para realizar actividades de trading e inversión en la bolsa.

La aplicación de sistemas automatizados en el trading, como lo son las RNA, minimizan e incluso retiran el factor emocional a la hora de invertir el dinero en una operación, sea cual sea el activo financiero, lo que en muchos casos puede llevar a realizar errores que dejen en bancarrota o hagan perder grandes porcentajes del dinero en la cuenta.

Los sistemas automatizados permiten que se disponga de más tiempo para realizar otras tareas (García, 2014) esto se da porque el tiempo invertido está en conseguir patrones, recopilar información y datos que establezcan patrones de entrada en las operaciones y salidas de las mismas, con lo cual una vez aplicado el sistema solo se tendrá que supervisar su funcionamiento y no estar analizando gráficos reiterativamente para buscar posibles entradas.

El algoritmo de RNA “CHARMANDER”, resulta tener una aplicación positiva en la compra y venta de las acciones de la de la empresa Alphabet Inc., en todas las temporalidades de las velas en las que se aplicó, logró obtener rentabilidades y no sufrir grandes pérdidas ni un drawdown que impidiera la recuperación del capital de la cuenta. Los sistemas de inteligencia artificial y de redes neuronales artificiales están siendo cada vez más populares en el mundo de las finanzas, ya que basan su toma de decisiones de manera lógica, son capaces de analizar miles

de datos en cuestión de segundos, y pueden anticipar una tendencia logrando resultados altamente favorables en el mundo de las inversiones en el mercado bursátil.

### Bibliografía

- Admiralmarkets. (2021). ¿Qué es un broker? ¿Cuáles son sus características? En Admiralmarkets, *¿Qué es un broker? ¿Cuáles son sus características?* Obtenido de Admiral Markets: <https://admiralmarkets.com/es/education/articles/forex-basics/broker-que-es>
- Bolinches E. (2017). El santo Grial del trading. En Bolinches E, *El santo Grial del trading*.
- Eva. (2018). *Novastos Trading club*. Obtenido de Novastos Trading club: <https://www.novastrotradingclub.com/formacion/drawdown/#:~:text=Drawdown%20com%20fiabilidad%20del%20sistema%20de%20trading&text=El%20drawdown%20se%20suele%20medir,lo%20largo%20de%20un%20periodo>.
- Fialli, H. (2015). Trading y bolsa. En H. Fialli, *Trading y bolsa* (pág. 98). Larousse.
- Fialli, H. (2015). Trading y bolsa. En H. Fialli, *Trading y bolsa* (pág. 18). Difusora Larousse.
- Fraga, U. (SF). El tercer error más típico de gestión de capital. En Fraga U, *El tercer error más típico de gestión de capital*.
- Gallofré, F. (2014). Operar con Ticks. En F. Gallofré, *Operar con Ticks*.
- García , J., Reding, A., & López , J. (2015). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. En J. García, A. Reding, & J. López, *Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica*.
- García. (2014). Pros y contras de los sistemas de trading automáticos. En García, *Pros y contras de los sistemas de trading automáticos*.
- González, R. (2014). Python para todos. En R. González, *Python para todos* (pág. 8).
- López, J. (2018). Sistema de trading. En J. López, *Sistema de trading*.

- Luis A. (2014). Trading Room: La especulación inteligente. En Luis A, *Trading Room: La especulación inteligente* (pág. 33). RA MA.
- Luis A. (2015). Trading: ¿Cómo hacer una mesa con tres patas? En Luis A, *Trading: ¿Cómo hacer una mesa con tres patas?* (pág. 95). RA-MA.
- Martínez R. (2021). ¿Se puede vivir del trading? 10 cosas que no te cuentan. En Martínez R, *¿Se puede vivir del trading? 10 cosas que no te cuentan*.
- Martínez, R. (2019). Cómo hacer backtesting en forex. En R. Martínez, *Cómo hacer backtesting en forex*.
- Martínez, R. (2020). Profit Factor: Evaluando mi estrategia de trading. En R. Martínez, *Profit Factor: Evaluando mi estrategia de trading*.
- Mendieta, P. V. (SF). Trading con Velas Japonesas UN ENFOQUE MODERNO. En P. V. Mendieta, *Trading con Velas Japonesas UN ENFOQUE MODERNO* (pág. 10).
- Panayiotis, D., Kouretas, G., & Zaragas, L. (2011). Value at risk for long and short trading positions: Evidence from developed and emerging equity markets. En D. Panayiotis, G. Kouretas, & L. Zaragas, *Value at risk for long and short trading positions: Evidence from developed and emerging equity markets* (pág. 16).
- Peso, d. (2005). Aplicaciones de las redes neuronales artificiales a problemas de predicción y clasificación financiera. En d. P. M, *Aplicaciones de las redes neuronales artificiales a problemas de predicción y clasificación financiera* (pág. 7). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- R, G. (2014). Python para todos. En G. R, *Python para todos* (pág. 8).
- Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia Artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro. España.

- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. España.
- Russo C, R. H. (2016). Tratamiento masico de datos utilizando técnicas de machine learning. En R. H. Russo C, *Tratamiento masico de datos utilizando técnicas de machine learning*.
- Slickchart. (2021). *Slickchart*. Obtenido de Slickchart: <https://www.slickcharts.com/sp500>
- Tradingview. (2021). *Tradingview*. Obtenido de Tradingview.:  
<https://www.tradingview.com/symbols/NASDAQ-GOOG/>
- Tradingview. (2021). *Tradingview*. Obtenido de Tradingview:  
<https://www.tradingview.com/about/>
- Tragett T. (2020). Slippage: Cómo obtener tu precio deseable. En Tragett T, *Slippage: Cómo obtener tu precio deseable*. Libertex.
- Winck. (2020). here are the 10 biggest stock exchanger in the world, ranked by market cap Businessinsider. En Winck, *here are the 10 biggest stock exchanger in the world, ranked by market cap Businessinsider*.
- Yahoo. (2021). *Yahoo*. Obtenido de Yahoo:  
<https://finance.yahoo.com/quote/GOOG/profile?p=GOOG>