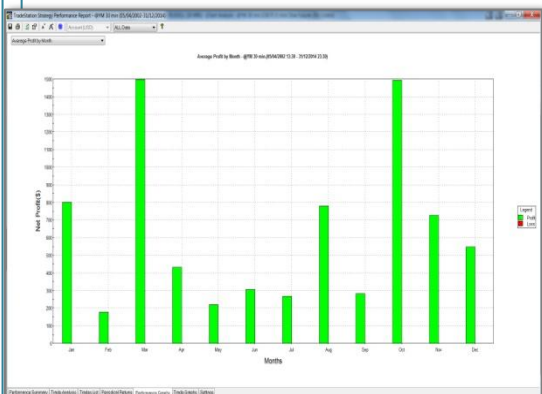


# CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO DE TRADING ALGORÍTMICO

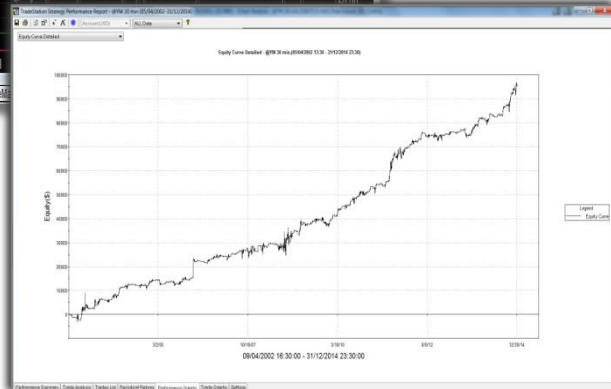
CREACIÓN, TESTEO, OPTIMIZACIÓN Y MEJORA DE ALGORITMOS DE TRADING



Analysis - @ES 5 min [CME] E-mini S&P 500  
L=1.50 0.07% B=2.052.75 A=2.054.25



6	@FDI	0.00	1,202.90	1,220.20	1,198.70	69,611
7	@FVIX	Data request failed: Account not enabled for this data				
8	Energy					
9	@CL	53.66	53.90	0.00	0.00	0
10	@NG	2.887	2.930	0.000	0.000	0
11	@HO	1.9300	1.8600	0.0000	0.0000	0
12	@RB	1.4600	1.4870	0.0000	0.0000	0
13	Interest Rate					
14	@FV	11827.5	11828.0	0.000	0.000	0
15	@US	144	1432	144	1732	0
16	@ED	99.7150	99.7200	0.0000	0.0000	0
17	Metals					
18	@GC	1,181.60	1,183.90	0.00	0.00	0
19	@SI	15.665	15.710	0.000	0.000	0
20	@HG	2.8220	2.8290	0.0000	0.0000	0
21	Grains					
22	@C	397	397	0	0	0
23	@S	1022	4/8	1027	0	0
24	@W	586	593	0	0	0
25	Meats					
26	@LC	164,800	165,475	0.000	0.000	0
27	@LH	80,825	81,075	0.000	0.000	0
28	EURUSD	1.20989	1.21008	1.21689	1.20965	0



## MOTIVACIÓN

Uno de los errores más frecuentes especialmente entre los traders principiantes es el de invertir su dinero sin haber **averiguado previamente** con *suficientes datos históricos*, y mediante la *adecuada aplicación del método científico* (que es fácil de aprender), **qué pueden esperar de su manera de operar** en tanto en cuanto el patrón o patrones en los cuales se basa su operativa *no desaparezcan ni se resientan*.

Algunos de tales traders comienzan al menos con la buena práctica de hacer trading en *modo simulación* (y por tanto, *sin dinero real*) con el firme objetivo de **determinar si posteriormente les podría ir bien en la operativa real**. Sin embargo, suelen pasar por alto que:

- Por un lado, *operar con éxito* en tiempo real con *nuestro propio dinero* conlleva **dominar nuestra mente para que ésta no nos autosabotee** (aspecto psicológico que *difícilmente se trabaja en modo simulación*).
- Y por otro, que el éxito en la operativa simulada **tan sólo sirve** para determinar si es posible tener éxito **en escenarios bursátiles como el del período en simulación**, *no garantizándonos por ello, en modo alguno*, que en *otra clase de comportamientos bursátiles* se obtengan similares resultados.

Es por ello que, a fin de **aumentar sólidamente** nuestras probabilidades de éxito en el trading, resulta *esencial* aprender a **testear óptimamente, y sin dinero real, toda nuestra operativa** (o cuando menos, la *parte mecánica en la cual se basa ésta*, en caso de tratarse de *trading discrecional*). Y es precisamente esto, y mucho más, lo que se aprende a través del presente curso de Trading Algorítmico o Cuantitativo, el cual puede resultar *útil incluso a traders discretionales* que deseen dotarle a su operativa de *un plus de solidez* sólo alcanzable mediante la **adecuada aplicación del método científico** en el mundo de las Finanzas.

Todo ello es aprendido **comenzando absolutamente de cero**, desde una perspectiva *lógica y rigurosa*, y **separando siempre el grano de la paja** para no perderse entre el *casi infinito océano de información* que puede hallarse al respecto *en la literatura e internet*.

## OBJETIVOS

Al término del curso el alumno habrá aprendido, entre otras cuestiones:

- **Qué es** un algoritmo de trading.
- **Cómo** se clasifican los algoritmos de una serie temporal.
- Qué **ventajas e inconvenientes** presentan los **algoritmos automáticos de trading** frente a las **estrategias discretionales**.
- En qué dirección se debe **enfocar la investigación y desarrollo** de algoritmos de trading a fin de **no perder el tiempo** con aquello que **probablemente no vaya a funcionar** cuando lo desarrollemos.
- Qué **pasos ordenados y rigurosos** deberíamos seguir en todo el **proceso de creación, desarrollo, validación y optimización de un algoritmo de trading**.
- Cómo puede resultar más fácil crear un algoritmo **cuando no se nos ocurra ninguna idea** pero estemos interesados en crear uno nuevo.
- Qué **directrices** deberíamos seguir para **mejorar y perfeccionar un algoritmo de trading**.
- Cómo **evaluar fácil, rápida y correctamente las estadísticas** de un algoritmo **sin incurrir en uno de los errores más comunes** seguidos por la mayoría de los traders a la hora de interpretar y valorar sus

parámetros estadísticos (ratio de Calmar, ratio Profit/Loss, porcentaje de acierto, esperanza matemática, etc.,...)<sup>1</sup>.

- **Qué nos puede enseñar el trading discrecional** para crear **algoritmos automáticos de trading**.
- **Cómo crear algoritmos de una serie temporal de todo tipo:** tendenciales, antitendencia, de explosión o expansión de volatilidad, intradiarios puros, basados en medias móviles, en niveles, en patrones de velas, patrones de gaps, estacionales, de scalping, etc., aprendiendo lo esencial en relación a todo ello.
- **Diferentes maneras de salir de una posición**, analizándose asimismo **cómo hacerlas dependientes de la volatilidad** utilizando un **método que complementa lo que se enseña habitualmente** al respecto.
- **Cómo evaluar correctamente la bondad de un algoritmo, validarlo y determinar los parámetros óptimos con los que posteriormente operar**<sup>2</sup>.
- **Cómo determinar matemáticamente** de un **modo relativamente sencillo** el **tamaño mínimo de las ventanas a optimizar**.
- **Cómo calcular fácilmente mediante técnicas estadísticas el nº mínimo de negocios a realizar por un algoritmo para que su estadística sea válida**, así como para **determinar matemática y objetivamente cuándo nuestro estudio estadístico es fiable**<sup>3</sup>.
- **Diferentes maneras correctas de validar y optimizar un algoritmo de trading**.
- **Cómo determinar matemáticamente, y también de modo sencillo, la probabilidad** que posee nuestro algoritmo de trading de **obtener un determinado drawdown**, o la de que por entrar en un fuerte drawdown **se nos saque del mercado** por no haber operado con el capital apropiado suficiente, o la de obtener un número determinado de **trades consecutivos negativos o positivos**, o la de **acabar el año con una determinada rentabilidad**, o hasta incluso la **probabilidad de que la curva de rentabilidad jamás caiga en el año por debajo de cierto nivel de pérdidas**<sup>3</sup>.
- **Procedimientos de todo tipo**, y muy particularmente **estadísticos**, para **detener un algoritmo temporal o definitivamente**.
- **Cómo gestionar y combatir con éxito los riesgos implícitos en la inversión o gestión** con algoritmos de trading.
- **Dónde se hallan las limitaciones de cualquier estrategia o método de inversión**, esté o no basado en algoritmos de trading.
- Una manera alternativa de **confeccionar una cartera de activos sin los problemas inherentes a la optimización tradicional de cartera**.

<sup>1</sup> ¿Sabías que un algoritmo puede poseer parámetros estadísticos de los mejores que hayas llegado a ver jamás y, sin embargo, ser en el fondo un mal algoritmo de trading? ¿Sabes por qué algoritmos con ratios estadísticos no tan buenos pueden ser mejores que otros con mejores ratios individuales? Si has respondido negativamente a alguna de ambas preguntas, entonces es que necesitas aprender a interpretar global y adecuadamente una estadística, algo que con un simple ejemplo lograrás aprender y comprender.

<sup>2</sup> ¿Sabías que es un error muy grave testear y optimizar un algoritmo de trading usando todo el histórico disponible? ¿Sabes por qué si los resultados de una optimización son buenos no necesariamente el algoritmo nos hará ganar dinero usando los parámetros de nuestra optimización? ¿Sabías que los parámetros óptimos de un sistema con los cuales operar no coinciden la mayor parte de las veces con los que en el pasado nos hubieran generado mayor rentabilidad? ¿Sabrías decir a partir de un backtesting qué se puede esperar de nuestro algoritmo realmente? A todas estas cuestiones se da respuesta a lo largo del curso con objeto de corregir algunas de las ideas preconcebidas erróneas más extendidas.

<sup>3</sup> A fin de calcular todo esto de una manera rápida y eficiente sin necesidad de hacerlo a mano ni de saber nada sobre estadística matemática, dispondrás para siempre de un material con el cual podrás lograr todo ello.

# TEMARIO DEL CURSO

## NIVEL I

(INTRODUCCIÓN DESDE CERO A LA CREACIÓN, DESARROLLO, VALIDACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS DE TRADING)

### I.1- INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS DE TRADING.

- Qué es un algoritmo de trading.
- Algoritmos de trading discrecionales vs mecánicos. Algoritmos automáticos.
- Ventajas e inconvenientes de los algoritmos automáticos de trading.
- Clasificación de algoritmos de trading.
- Dónde encuadrar la gestión con algoritmos en el universo de estrategias de inversión.

### I.2- MARCO CONCEPTUAL.

- Comportamiento impredecible del mercado.
- Las ineficiencias existen.
- Estructura fractal del mercado.
- Leptokurtosis en la curva de rentabilidad de los mercados.
- Tenemos un problema... con el azar.
- La clave no está en la fiabilidad, sino en la búsqueda de la Esperanza Matemática Positiva.
  - El juego del cubilete y los 2 dados.
- Qué es un algoritmo de trading ganador.
- Resumen.

### I.3- VISIÓN GENERAL SOBRE LA CREACIÓN Y DESARROLLO DE ALGORITMOS DE TRADING.

- Proceso completo de creación, desarrollo, evaluación y optimización de un algoritmo: de la idea a la gestión.
- Ilustrando todo el proceso mediante un ejemplo.
  - Creando de la nada (o qué hacer cuando no se nos ocurren ideas pero queremos desarrollar un algoritmo automático o discrecional).
  - Comprobando a ojo la idea antes de implementarla.
  - Algoritmo en pseudocódigo.
  - Algoritmo en el código de programación de nuestra plataforma.
  - Chequeo de la Programación.
  - Tests In-sample & out-of-sample.
  - Cambio de mercado/timeframe.
  - Perfeccionando el algoritmo. Directrices útiles que nos faciliten la tarea.
  - El método de Montecarlo.
  - Seguimiento del modelo en tiempo real.
    - Incorporación a la cartera.
    - Recalibración u optimización de la misma.
    - ¡¡¡Gestión!!!
- Valoración de resultados estadísticos.
  - El error común ignorado por todos a la hora de interpretar las estadísticas.
  - Aprendiendo a interpretar correctamente los parámetros y resultados estadísticos.

**NIVEL II****(MÉTODOS DE CREACIÓN, DESARROLLO, VALIDACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS DE TRADING. APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO, GESTIÓN DE CARTERAS Y OTRAS CUESTIONES ADICIONALES)****II.1- DIRECTRICES BÁSICAS PARA LA CREACIÓN DE UN ALGORITMO DE TRADING.**

- Aprendiendo del trading discrecional a crear algoritmos de trading.
- Creación de un algoritmo tendencial. Lógica subyacente.
  - Algoritmos tendenciales basados en medias móviles.
  - Algoritmos tendenciales basados en ruptura de niveles.
  - Algoritmos tendenciales basados en otros indicadores u osciladores.
- Creación de un algoritmo antitendencia. Lógica subyacente.
  - Sobre el filtro lateral y los criterios para determinar la tendencia.
  - Algoritmos antitendencia basados en osciladores.
  - Algoritmos antitendencia basados en rebotes.
- Creación de un algoritmo de expansión o explosión de volatilidad. Lógica subyacente.
  - Cómo entrar en el mercado con algoritmos de explosión de volatilidad.
- Profundizando en la manera de cerrar una posición.
  - Stop losses, stop profits y trailing stops variables con la volatilidad.
  - Más allá de los métodos tradicionales para lograr la dependencia con la volatilidad.
- Otras técnicas para el desarrollo de algoritmos de todo tipo: patrones de velas, de gaps, estacionales, técnicas de scalping,...
- Algunos últimos consejos para la creación de algoritmos de todo tipo.

**II.2- LA GRAN PRUEBA DE FUEGO A SUPERAR: LOS TESTS IN-SAMPLE Y OUT-OF-SAMPLE.**

- El método científico en los mercados bursátiles.
- Lo que la Física nos enseña sobre cómo aplicar el método científico en los mercados bursátiles.
- Tests in-sample y out-of-sample.
  - Lo que incluso algún institucional ha llegado a hacer mal. Cómo no optimizar a fin de evitar el tan temido overfitting.
  - Aprendiendo a obtener correctamente los parámetros óptimos. Condiciones a verificar por los tests in-sample y out-of-sample.
    - La importancia de las comisiones y el slippage.
    - Grados de libertad y tamaño mínimo de las ventanas in-sample y out-of-sample.
    - Tendencia, volatilidad y outliers en los períodos in-sample y out-of-sample.
    - Rango de los parámetros a optimizar y soluciones al ignorado problema de su variación en la optimización.
    - Función objetivo y criterios de optimización.
    - Fiabilidad de la estadística y número mínimo de negocios para la obtención de validez estadística en nuestras pruebas. Criterios matemáticos objetivos con sus límites de aplicabilidad.
    - Mapas de optimización 3D. La búsqueda visual de los parámetros más robustos y estables.
- Optimización con ventana(s) fija(s). “Out-of-sample test” de sólo una parte del histórico.
- Optimización con ventana móvil. “Out-of-sample test” de todo el histórico dividido en partes.
  - “Rolling window” con “out-of-sample test” hacia delante y atrás.
  - “Rolling window” con “out-of-sample test” sólo hacia delante. “Walk forward analysis” y reoptimización continua.
  - ¿Tamaño variable o fijo para cada ventana?
- Eficiencia del “out-of-sample test”.
- Cuándo reoptimizar y con qué frecuencia.
- Ventajas e inconvenientes de los 3 tipos de optimizaciones expuestos.

### II.3- EL MÉTODO DE MONTECARLO.

- Qué es el método de Montecarlo.
  - Un primer método de Montecarlo.
  - 2 métodos más de Montecarlo:
    - Montecarlo “sin histórico”.
    - Montecarlo “con histórico”.

### II.4- CUESTIONES ADICIONALES.

- Aprendiendo de un algoritmo: el algoritmo del MACD refinado.
  - Optimización gruesa vs fina.
  - La importancia de la gestión del riesgo. Stop loss.
- Cuando lo que es una mejora no es sino una variante. Por qué distinguir.
- Los problemas del histórico continuo y su solución en la operativa con futuros.
- Algunas causas de overfitting y la importancia de limitar el número de parámetros de nuestros algoritmos.
- Cuándo parar un algoritmo temporalmente o desecharlo definitivamente.
  - Procedimientos basados en el análisis técnico. Puntos fuertes y débiles.
  - Procedimientos basados en el método de Montecarlo. Utilidad.
  - Cálculo de la probabilidad de drawdowns mayores que los obtenidos en “out-of-sample test”. Utilidad.
  - Cálculo de la probabilidad de obtener un número N de trades negativos durante un drawdown. Utilidad.
  - Procedimientos estadísticos con un número de operaciones significativo y no significativo.
- Riesgos implícitos en la gestión con algoritmos matemáticos de trading. Modo de combatirlos.
  - Diversificación 3D.
- El problema de la optimización de cartera desde una perspectiva más científica y menos dogmática.
- Limitaciones del método científico aplicado al mundo bursátil.

### II.5- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA.

**ACERCA DEL AUTOR**

**Fernando Bodí.** Licenciado en Física, D.E.A. en Física (postgrado doctoral en Física) y Trader Algorítmico o Cuantitativo. Desde el año 2004 lleva trabajando en la Investigación y Desarrollo de Algoritmos Matemáticos de Trading, habiendo realizado diferentes colaboraciones externas con Interdin S.B.V. y Renta 4 Gestora. Tras dichas colaboraciones, acabó trabajando finalmente como Gestor de Fondos de Gestión Alternativa en Renta 4 Gestora, focalizándose la mayor parte de su tiempo en cuestiones de carácter cuantitativo. Posteriormente inició una nueva etapa puramente cuantitativa en Quark Technologies S.L., empresa de la que fue Vicepresidente cofundador y principal responsable técnico, continuando un tiempo después dicha labor cuantitativa como *Quant Developer* en la empresa de Prop Trading inglesa Saxon Financials Ltd. Posteriormente se acabó dedicando a la gestión CTA cuantitativa con algoritmos automatizados de trading en GesTrading Management Ltd., empresa que cofundó en Miami (Florida). Actualmente trabaja para la empresa de I+D y alquiler de sistemas automáticos de trading GesTrading Strategies, así como para Anattea Gestión S.G.I.I.C., Gestora de Fondos de Inversión Cuantitativos.

A lo largo de su trayectoria profesional en el mundo de las Finanzas ha ofrecido diversas conferencias sobre Derivados Financieros en diferentes lugares de España, habiendo formado parte asimismo del equipo de profesores de los Cursos presenciales y on-line de trading organizados por el conocido analista y periodista financiero José Luis Cárpatos.

Su *background* en la rama de la Física más compleja y abstracta, la Física Teórica, le permite abordar el estudio de los mercados financieros desde una perspectiva científica lo más rigurosa posible, basada ésta a su vez tanto en la Matemática como en la Informática.