

# TRADINNOVA: Un algoritmo heurístico de compra-venta inteligente de acciones

I.J. Casanova y J.M. Cadenas

Dpto. Ingeniería de la Información y las Comunicaciones.  
Facultad de Informática. Universidad de Murcia. Spain.  
isidoroj@um.es, jcadenas@um.es

**Resumen** Existen diferentes técnicas que nos aconsejan como invertir en bolsa, desde la compra de una simple acción a la elección de una cartera de acciones que dé la máxima rentabilidad con el menor riesgo posible, aunque todas estas técnicas no nos dicen nada de cuando vender las acciones compradas para probablemente comprar otras acciones diferentes.

En este trabajo se propone y presenta un algoritmo heurístico (TRADINNOVA), que realiza la compra-venta inteligente de acciones durante un periodo de tiempo. La elección de la acción a comprar se podrá realizar mediante diversas técnicas heurísticas según la preferencia del inversor. Se ha realizado una simulación en el Mercado Continuo Español ejecutando TRADINNOVA entre los años 2001 y 2004.

*Palabras clave:* Inversión Bursátil, Heurísticas, Toma de Decisiones, Sistemas Inteligentes, Resolución de Problemas.

## 1. Introducción

En un día cualquiera en un mercado bursátil se pueden seleccionar un conjunto de acciones de las que se espera obtener una buena rentabilidad. Las técnicas para seleccionar estas acciones pueden ser muy diversas, desde el análisis técnico o el análisis fundamental hasta técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales, redes bayesianas, análisis de noticias, análisis del clima del mercado, etc.

Una vez que se han seleccionado estas acciones tendríamos que aplicar una política de compra-venta de acciones para obtener la mayor rentabilidad posible. Así, cada día de cotización se tendrá que escoger la mejor acción a comprar, su precio de compra, cuando se va a vender y su precio de venta. También se tendrá que realizar un seguimiento de las órdenes de compra o de venta que no se ejecuten para actuar sobre ellas. Para realizar todo esto, proponemos un algoritmo heurístico, que llamaremos TRADINNOVA, con el objetivo de simular el comportamiento de una forma inteligente de un inversor en el mercado continuo aplicando unas reglas para realizar la compra-venta de las acciones. Se ha probado el algoritmo y hemos realizado una simulación en la que se tiene

en cuenta el precio histórico de la acciones, y se puede comprobar como en la mayoría de los casos se obtiene una revalorización mucho mayor que el índice de referencia (IBEX35).

En este trabajo pretendemos presentar este algoritmo heurístico para la compra-venta de acciones. Para ello, el trabajo lo hemos organizado de la siguiente manera: primero, haremos una introducción al campo de la inversión bursátil, comentando las técnicas que se suelen utilizar. En la sección 3, presentamos un sistema para la toma de decisiones para la compra-venta de acciones que nos ha llevado a definir el algoritmo TRADINNOVA. En la sección 4 se definen los parámetros y se presenta la simulación realizada con el algoritmo y los resultados obtenidos. Por último, acabamos con las conclusiones y vías futuras de trabajo.

## 2. La inversión bursátil

### 2.1. Técnicas de predicción

Lo que se persigue con la inversión bursátil es obtener el mayor beneficio posible. Para ello existen muchas técnicas que nos intentan decir si una acción esta valorada cara o barata (análisis fundamental) o si su precio esta en una tendencia alcista o bajista (análisis técnico).

Los precios de una acción se pueden representar en el tiempo. Lo ideal sería comprar al comienzo de una tendencia alcista, para vender en lo más alto posible, justo antes de que empiece una tendencia bajista. Estos momentos de compra (c) y venta (v), se pueden ver en la Fig. 1.

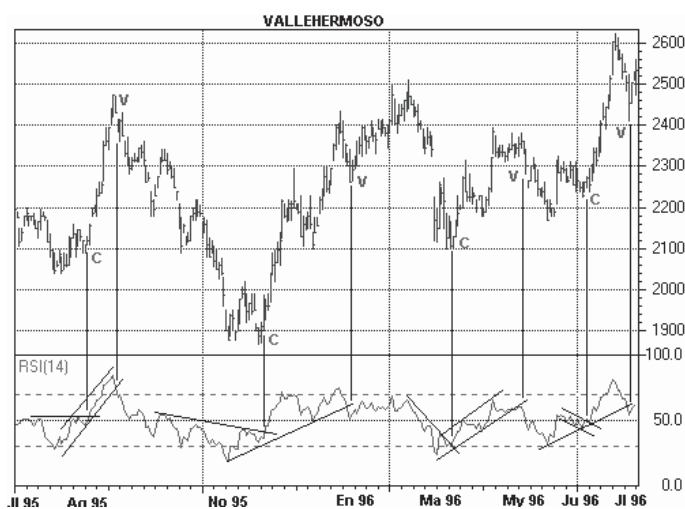
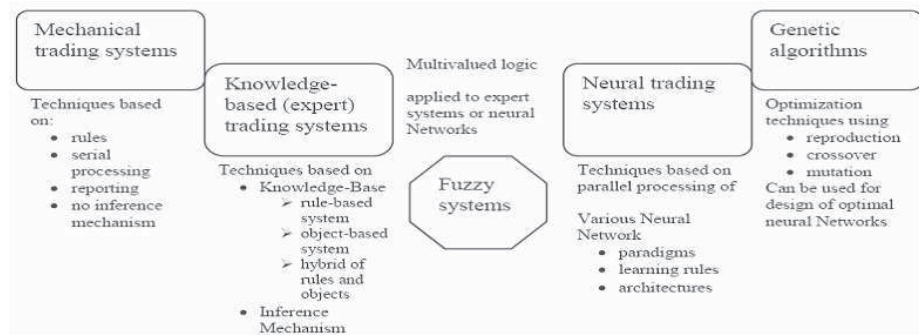


Figura 1. Señales de compra y venta del chart de Vallehermoso

Existen múltiples estudios de inteligencia artificial para predecir el precio de una determinada acción, siendo las redes neuronales una de las técnicas más utilizadas ([1,2,3]). También se utilizan los algoritmos genéticos para optimizar los parámetros de estas redes neuronales o para optimizar el análisis técnico de una acción ([4,5]).

Asimismo existen estudios de como predecir el comportamiento de una acción a partir de las noticias publicadas en Internet ([7,8]).

Si nos atenemos a [6], las técnicas para aplicar en finanzas se pueden dividir en 5 categorías (Fig. 2).



**Figura 2.** Clasificación de las técnicas para aplicar en finanzas

Todas las técnicas vistas hasta ahora lo que hacen es aconsejarnos sobre la compra de una acción. Pero una vez que se predice el comportamiento de una acción, habría que aplicar una política de compras y ventas sobre esa acción para maximizar el beneficio, siendo esto último un tema que hasta ahora no se ha estudiado a fondo.

## 2.2. Cartera de valores

Lo normal para realizar una predicción es fijarse en una sola acción, pero realmente un inversor no se debe fijar solamente en una acción, sino en todas las acciones que conforman un mercado concreto (que en nuestro caso sería el Mercado Continuo Español), o incluso fijarse en las acciones de otros países, para así formar una cartera de valores.

Al formar una cartera de acciones, se puede tener en cuenta la aversión al riesgo que tiene el inversor, así siguiendo la teoría de Markowitz, el inversor querrá obtener la máxima rentabilidad con el menor riesgo posible ([14,15,16]).

**Selección de la cartera de valores.** Se pueden utilizar diferentes técnicas para seleccionar las acciones (redes neuronales, análisis técnico, análisis fundamental, reglas, redes bayesianas, análisis de las noticias, análisis del clima del

mercado, etc) que van a formar la cartera de valores. Se puede ver una pequeña comparación en [11].

Una vez que se han seleccionado las acciones, el momento de su compra-venta no está claramente especificado en ninguno de los trabajos realizados hasta ahora, así existen trabajos en los que se muestra en tiempo real un aviso en pantalla sobre que acción o grupo de acciones se recomiendan ([12]), en lo que se compran y venden las acciones anualmente ([10]), en los que se estima si va a ser una compra a largo o corto plazo ([9]), o en los que simplemente no se dice nada de que metodología se ha aplicado para estimar cuando se deben realizar estas compra-ventas.

En [17] se propone un algoritmo bastante interesante de rebalanceo de una cartera de acciones mediante compras y ventas, llamado *ANTICOR*, en el que se calcula para cada día el peso que deberían tener las acciones en la cartera. Este algoritmo tiene el inconveniente de que no se hace una verdadera simulación de las compras o de las ventas, ya que se rebalancea sin dar órdenes de compra o venta o sin tener en cuenta las comisiones aplicadas, y no se deja muy claro de que forma se seleccionan las acciones o en que momento y por qué hay que realizar su venta.

### 3. Política de compra-venta de acciones: Algoritmo TRADINNOVA

En este trabajo se propone un sistema para la toma de decisiones en la compra-venta (Fig. 3) a aplicar a las acciones que conforman cualquier mercado bursátil durante un periodo de tiempo.

Si suponemos un mercado de valores que cotiza desde una fecha inicial ( $f_{ini}$ ) hasta una fecha final ( $f_{fin}$ ), cada uno de esos días, todas sus acciones habrán tenido un precio de apertura ( $p_{ape}$ ), un precio máximo ( $p_{max}$ ), un precio mínimo ( $p_{min}$ ) y un precio de cierre ( $p_{cie}$ ).

Si cogemos un día  $d$  cualquiera entre  $f_{ini}$  y  $f_{fin}$  en el que no se tiene ninguna acción comprada, entonces podremos seleccionar un conjunto de  $n$  acciones ( $S_d$ ), que utilizando cualquiera de las técnicas comentadas anteriormente (redes neuronales, análisis técnico, análisis fundamental, reglas, ...) serán las más recomendables comprar, porque se espera de ellas que den una buena rentabilidad.

Dependiendo de la técnica heurística elegida se seleccionarán las acciones de acuerdo a los objetivos particulares de cada inversor. Así, el funcionamiento de cada una de estas técnicas se podrá categorizar atendiendo a diferentes criterios, tales como rentabilidad, volatilidad, riesgo, etc.

La técnica heurística utilizada deberá calcular un valor para cada una de las acciones que conforman el mercado en ese día  $d$ , cuantificando lo recomendable que sería comprar o mantener en cartera esas acciones. Las acciones se ordenarán de mayor a menor de acuerdo a este valor y se tendrá que elegir el conjunto de las "mejores acciones", debiéndose definir hasta que valor una acción se consideraría que pertenece a este conjunto de las mejores, pudiéndose dar el caso que algún

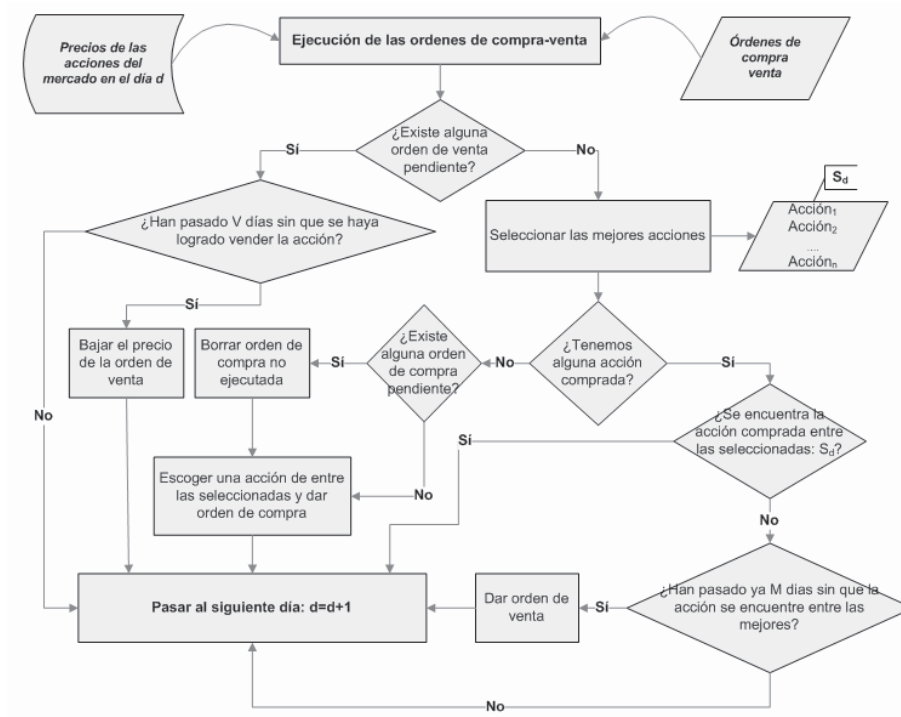


Figura 3. Toma de Decisiones para la compra-venta para un día d cualquiera

día no se recomiende ninguna acción ( $n = 0$ ), o bien que se recomienden muchas porque su análisis ha sido lo suficientemente satisfactorio para todas ellas.

Una vez tenemos este conjunto  $S_d$  con la selección de las mejores acciones para un día  $d$ , se podrían intentar comprar todas o algunas de estas acciones. Para simplificar el algoritmo se va a intentar comprar solamente una de estas acciones seleccionadas. Para escoger la acción a comprar tendríamos dos posibilidades, seleccionar la mejor o bien seleccionar cualquiera aleatoriamente.

Una vez que hemos escogido una acción, tendremos que dar una orden de compra para el siguiente día. El precio de compra lo limitaremos a cualquiera de los precios que ha tenido la acción durante ese mismo día (entre  $p_{min}$  y  $p_{max}$ ), o bien se podrá comprar al precio que marque la acción en la apertura del día siguiente ( $p_{ape}$ ).

Si ponemos un precio de compra bajo, hay mas posibilidades de que no se llegue a ejecutar la compra en los días siguientes, pero a cambio la acción se habrá comprado mas barata.

Al día siguiente ( $d + 1$ ) se ve si se puede ejecutar la compra de la acción, siempre y cuando el precio de compra se encuentre entre el rango de precios que tiene la acción en ese día (entre  $p_{min}$  y  $p_{max}$ ). Para este nuevo día se vuelven

a seleccionar las mejores acciones, y si ya tenemos una acción comprada, entonces comprobamos si la acción comprada se sigue encontrando entre las mejores ( $S_{d+1}$ ), en cuyo caso no haríamos nada o en caso contrario dejaríamos que pasaran  $M$  días sin que la acción se encontrara entre las mejores para dar una orden de venta.

Si no tenemos ninguna acción comprada porque no se ha podido ejecutar la orden de compra, entonces eliminamos esta orden de compra, y daríamos una nueva orden de compra, seleccionando una acción de entre las mejores ( $S_{d+1}$ ) de ese día.

Una orden de venta se da cuando han pasado  $M$  días sin que la acción se encuentre entre las mejores en esos días. Una orden de venta tendría también un precio limitado, al igual que la orden de compra. Cuanto mas alto sea este precio, mas difícil será que se ejecute. En caso de que durante  $V$  días no se logre vender a este precio, porque seguramente la acción se encuentre en un periodo bajista, entonces se bajaría el precio de esta orden de venta.

A partir de la lógica de compra-venta explicada, proponemos el siguiente algoritmo heurístico, que denominaremos TRADINNOVA, que simula el comportamiento de un inversor en el mercado continuo:

```

FUNCTION TRADINNOVA (fecha_desde, fecha_hasta, tipo_seleccion,
                    dinero_inicial): dinero_final;
BEGIN
  fecha=fecha_desde;
  dinero=dinero_inicial);
  WHILE (fecha <= fecha_hasta)
  BEGIN
    dinero=dinero+Ejecutar_Ordenes_Venta_Pendientes( );
    dinero=dinero-Ejecutar_Ordenes_Compra_Pendientes( );
    /* Una orden de compra o venta sobre una acción será ejecutada
       siempre que el precio de la orden se encuentre entre el precio
       mínimo y el máximo que haya alcanzado la cotización de la acción.
       Pueden existir ordenes de compra o venta que no se ejecuten */
    IF NOT EXISTS (Orden\Venta\Pendiente\Ejecucion( ))
      Sd=Seleccionar_Mejores_Acciones(fecha, tipo_seleccion);
    IF NOT EXISTS (Orden_Compra_Pendiente\Ejecucion( ))
      /* No tenemos ninguna orden de venta o compra pendientes de
         ejecutarse */
      IF EXISTS (acción=Accion_Comprada_Sin_Orden_Venta( ))
        IF (acción NOT IN Sd DURANTE M días)
          /* Tenemos una acción comprada que no ha estado entre las
             mejores durante M días */
          Nueva_Orden_Venta(accion);
      ELSE
        /* No tenemos ninguna acción, por lo que compraremos la
           mejor */
        Nueva_Orden_Compra(mejor(Sd))
    ELSE
      Cambiar_Orden_Compra(mejor(Sd));
  END

```

```

ELSE
  /* Existe una orden de venta pendiente */
  IF (EXISTS(Orden_Venta_Pendiente_Ejecucion( ) DURANTE V días))
    Cambiar_Orden_Venta_Pendiente_Ejecucion( );
  fecha=Siguiete_Dia(fecha);
END;
RETURN dinero;
END;

```

**Figura 4.** TRADINNOVA: Algoritmo heurístico para la compra-venta de acciones

Este algoritmo tiene como variables de entrada las fechas entre las que se va a ejecutar la simulación, la heurística que se utilizará para seleccionar las acciones y el dinero del que se dispone para invertir, y devuelve el dinero que habremos conseguido después de haber realizado diferentes inversiones en el mercado de acuerdo a unos parámetros que se habrán especificado previamente, como son los valores de  $V$  y de  $M$ .

#### 4. Parámetros de la simulación y resultados obtenidos

Se ha ejecutado TRADINNOVA en el Mercado Continuo Español entre los años 2001 y 2004, realizando una simulación en la que se ha tenido en cuenta la operatoria del mercado, aplicando comisiones y dando las órdenes de compra-venta limitadas a un precio, consiguiendo unos resultados esperanzadores.

Veamos a continuación, los parámetros definidos para la simulación y los resultados obtenidos para distintos periodos.

##### 4.1. Parámetros utilizados para la simulación

Una vez implementado este algoritmo en JAVA, se ha realizado la simulación teniendo en cuenta las acciones más representativas del mercado continuo español que tuvieran cotización oficial desde el 02/01/2001 hasta el 30/12/2004.

Del IBEX35 se han escogido 28 acciones:

<i>Acciones del IBEX35</i>		
<i>Abentis (ABE)</i>	<i>ACS</i>	<i>Acerinox (ACX)</i>
<i>Altadis (ALT)</i>	<i>Acciona (ANA)</i>	<i>BBVA</i>
<i>Bankinter (BKT)</i>	<i>Endesa (ELE)</i>	<i>FCC</i>
<i>Ferrovial (FER)</i>	<i>Gás Natural (GAS)</i>	<i>Gamesa (GAM)</i>
<i>Iberdrola (IBE)</i>	<i>Indra (IDR)</i>	<i>Arcelor (LOR)</i>
<i>Mapfre (MAP)</i>	<i>Metrovacesa (MVC)</i>	<i>Popular (POP)</i>
<i>Prisa (PRS)</i>	<i>Red Eléctrica (REE)</i>	<i>Repsol (REP)</i>
<i>Santander (SAN)</i>	<i>Sogecable (SGC)</i>	<i>Sacyr Vallehermoso (SYV)</i>
<i>Telefónica (TEF)</i>	<i>Telefónica Móviles (TEM)</i>	<i>TPI</i>
<i>Unión FENOSA (UNF)</i>		

Y del resto del mercado 9 acciones:

<i>Acciones del resto del mercado</i>		
<i>Alba (ALB)</i>	<i>Banesto (BTO)</i>	<i>Cepsa (CEP)</i>
<i>Colonial (COL)</i>	<i>Ercros (ECR)</i>	<i>Ebro-Puleva (EVA)</i>
<i>NH Hoteles (NHH)</i>	<i>Jazztel (JAZ)</i>	<i>Zeltia (ZEL)</i>

Mediante un fichero .INI se especifican los distintos parámetros de entrada al algoritmo (tabla 1).

Parámetros de TRADINNOVA
DINERO-INICIAL= 100000
NUM-INVERSORES = 1
COMISION-COMPRA-VENTA = 0.2
BOLSA-CANON = MADRID
FECHA-DESDE = 02/01/2001
FECHA-HASTA = 30/12/2004
TIPO-SELECCIÓN = REVALORIZACION-AYER
VALOR-MIN-SELECCION = 0.1
OPCION-SELECCION = MEJOR
VARIACIÓN-MEJOR-ACCION-SELECCION = 80
TIPO-PRECIO-COMPRA = APERTURA-DIA-SIGUIENTE
TIPO-PRECIO-VENTA = ALTO
DIAS-SIN-EJECUTAR-VENTA = 10
DIAS-SIN-SER-MEJOR-ACCION = 12

**Cuadro 1.** TRADINNOVA.INI: Parámetros de entrada al algoritmo

A continuación vamos a explicar detalladamente estos parámetros (Tabla 1) y qué otras posibles opciones se encuentran implementadas:

En este fichero se define el dinero que se dispondrá inicialmente para la inversión en bolsa (DINERO-INICIAL = 100000 Euros), las fechas que comprenden el periodo de estudio (FECHA-DESDE – FECHA-HASTA), el mercado donde se realiza la compra-venta de los valores (BOLSA-CANON = MADRID) para calcular el tipo de canon que cobrará (en la bolsa de Madrid se cargan cánones por



operación y liquidación de valores) y la comisión que cobra el intermediario financiero (COMISION-COMPRA-VENTA = 0.2%) por realizar la compra-venta.

En TIPO-SELECCION se especifica la heurística que se utiliza para seleccionar las acciones, conforme a las preferencias y objetivos del inversor. Para este trabajo se ha escogido una sencilla de calcular, seleccionar las acciones que más se revalorizaron en el día anterior (TIPO-SELECCION = REVALORIZACION-AYER), de forma que para cada día se calculará la revalorización que han tenido cada una de las acciones respecto al día anterior, así una acción será más apetecible cuanto mayor haya sido su revalorización. Esta técnica la elegiría un inversor arriesgado, ya que se van a seleccionar las acciones más volátiles sin tener en cuenta el riesgo asociado, por lo que se pretende conseguir el objetivo del inversor de alcanzar la máxima rentabilidad.

Se encuentran implementadas varias heurísticas más, como la de seleccionar las acciones aleatoriamente (RANDOM), ver cuantos días seguidos se encuentra subiendo cada acción (DIAS-SEGUIDOS-ANTERIORES-SUBIENDO), o aplicarles análisis técnico (DOUBLE-MOVING-AVERAGE).

Las heurísticas de selección de las acciones tendrán unos valores mínimos a partir de los cuales se recomiende la compra de una acción, así las revalorizaciones que tuvieron en el día anterior cada una de las acciones tendrán que tener como valor mínimo para que puedan ser seleccionadas (VALOR-MIN-SELECCION=0.1%). Este valor mínimo será el máximo de entre VALOR-MIN-SELECCION y la variación permitida (VARIACION-MEJOR-ACCION=80%) a la mejor revalorización encontrada. De las acciones seleccionadas escogeremos una para realizar su compra, se podría escoger una aleatoriamente (OPCION-SELECCION = RANDOM) o bien optar, tal y como se ha hecho, por la mejor (OPCIÓN-SELECCION = MEJOR).

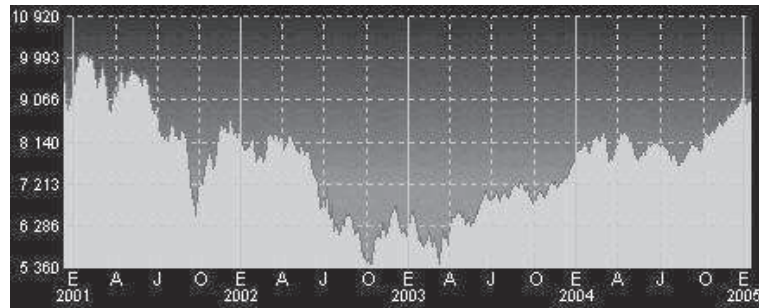
El precio de compra que se dará, será el que marcará la acción en la apertura del día siguiente (TIPO-PRECIO-COMPRA = APERTURA-DÍA-SIGUIENTE) y el precio de venta será el más alto que hubiera alcanzado esa acción en ese día (TIPO-PRECIO-VENTA = ALTO). Existen más posibilidades para los distintos tipos de precios, ya que también se podría escoger entre el precio más bajo (BAJO), la media entre el precio más alto y el más bajo (MEDIO) o escoger el precio de cierre de la acción (CIERRE).

Vamos a dejar como máximo 12 días (valor de  $M$ ) el los que una acción no se encontrará entre las acciones seleccionadas en esos días para que se introduzca su orden de venta (DIAS-SIN-SER-MEJOR-ACCION = 12) y en caso de que exista una orden de venta introducida y no se logre ejecutar en 10 días (valor de  $V$ ) se bajará automáticamente su precio de venta (DIAS-SIN-EJECUTAR-VENTA = 10).

## 4.2. Resultados

Se ha realizado la simulación con diferentes periodos, para tener más datos empíricos, obteniéndose en general unos resultados bastante buenos. En la Figura 5 se muestra la evolución del IBEX35 durante el periodo 2001-2004, y en la Figura 6 mostramos para los diferentes periodos en los que se ha realizado

la simulación la revalorización obtenida por el IBEX35 y la que se obtiene con TRADINNOVA.



**Figura 5.** Evolución IBEX35 (2001-2004)

Tal y como podemos observar, en el periodo 2001 al 2004, el IBEX35 no ha obtenido ninguna revalorización, mientras que la simulación ha logrado una revalorización del 19 %, pero si utilizamos periodos más cortos con los últimos años, conseguimos unos resultados espectaculares, como una revalorización de la simulación para los dos últimos años del 358 % frente a un 44 % del IBEX35.

En concreto, en los periodos con pérdidas en el IBEX35 (los primeros años), la simulación consigue unos resultados regulares, así para el año 2001 el IBEX35 perdió un 7.51 % frente a una ganancia de la simulación del 0.35 % y para el año 2002 donde el IBEX35 perdió un 27.93 %, la simulación pierde un 49,85 %.

## 5. Conclusiones y vías futuras

Este trabajo se ha centrado en el campo bursátil y hemos presentado un sistema para la toma de decisiones en la compra-venta de acciones de la cual se ha derivado el diseño de un algoritmo heurístico (TRADINNOVA).

La aplicación de esta política rigurosa de compra-venta de acciones, junto a la elección en la simulación de una heurística tan sencilla como la revalorización que tuvieron las acciones en el día anterior, ha logrado superar la revalorización del IBEX en una amplia mayoría de casos, abriendo una nueva vía de investigación a la que todavía le quedan muchos interrogantes, como: ¿Cuáles serían los mejores parámetros para ejecutar el algoritmo? ¿Existe alguna otra heurística que funcione mejor para seleccionar las acciones? ¿Por qué da buenos resultados con los parámetros actuales? ¿Cómo funcionará con otros mercados?, etc

Como futuros trabajos se podrían realizar muchas mejoras, como por ejemplo, poder tener una cartera de acciones, pudiendo mantener compradas al mismo tiempo varias acciones y realizar la venta de las acciones que se consideren menos recomendables. Asimismo se podría mejorar la forma de seleccionar las mejores acciones, utilizando por ejemplo la optimización mediante colonia de hormigas, o también se le podrían hacer mejoras en la política de compra-venta, aplicando nuevas reglas, como por ejemplo, dar una orden de venta si después de comprar

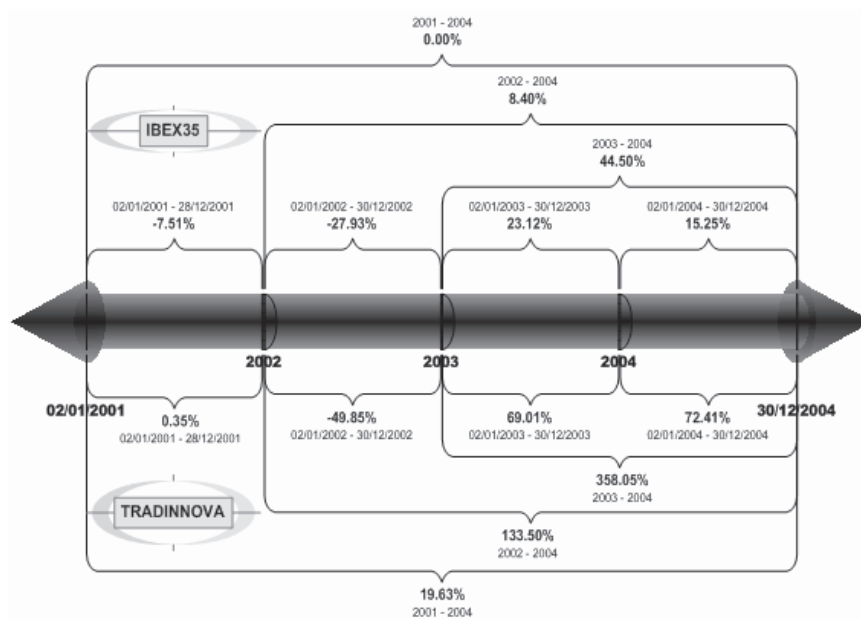


Figura 6. Comparación de las revalorizaciones del IBEX35 y TRADINNOVA

una acción esta acción baja durante B días seguidos, o incluso se podría hacer que el algoritmo fuera auto-adaptativo, seleccionando en cada momento la mejor heurística a utilizar y adaptando los parámetros del algoritmo conforme evoluciona el mercado.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación y Ciencia y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) por su soporte parcial, bajo el proyecto TIN2005-08404-C04-02, para el desarrollo de este trabajo.

## Referencias

- Swingler, K.: Financial Prediction, some pointers, pitfalls, and common errors. *Neural Computing and Applications*, Volume 4, Number 4 (1996) 192–197.
- Zekic, M.: Neural Network Applications in Stock Market - A Methodology Analysis. 9th International Conference on Information and Intelligent Systems '98, Eds. Aurer, B., Logoza, R., Varazdin (1998) 255–263.
- Januskevicius, M.: Testing Stock Market Efficiency Using Neural Networks Case of Lithuania. Thesis. SSE Riga Working Papers 17 (52) (2003) [http://www2.sseriga.edu.lv/library/working-papers/FT\\_2003\\_17.pdf](http://www2.sseriga.edu.lv/library/working-papers/FT_2003_17.pdf)

4. Tsang, E.P.K., Li, J.: Combining Ordinal Financial Predictions with Genetic Programming. Second International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning (IDEAL-2000), Hong Kong, December (2000) 13–15.
5. Drake, A.E.: Genetic Algorithms in Economics and Finance: Forecasting Stock Market Prices and Foreign Exchange - A Review. <http://www.agsm.unsw.edu.au/bobm/papers/drake.pdf>
6. Davis, L.: Trading on the Edge: Neural, Genetic, and Fuzzy Systems for Chaotic Financial Markets. PART II: 8. Genetic Algorithms and Financial Applications. Deboeck G.J. (ed.), Wiley Finance Edition. 1994.
7. Kroha, P., Baeza-Yates, R.: Classification of Stock Exchange News. Technical Report. Department of Computer Science, Engineering School, Universidad de Chile. 2004. <http://www.tu-chemnitz.de/informatik/service/if-berichte/pdf/CSR-04-02.pdf>
8. Mittermayer, M.A.: Forecasting Intraday Stock Price Trends with Text Mining Techniques. hicss, p. 30064b, Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04) - Track 3, 2004.
9. Kühner, M., Loistl, O., Veverka, A.: A Holistic Approach to Portfolio Management. Working Paper (2001). <http://ifm.wu-wien.ac.at/Forschung/portfolio.pdf>
10. Zargham, M.R., Sayeh, M.R.: A Web-based Information System for Stock Selection and Evaluation, wecwis, p. 81, International Workshop on Advance Issues of E-Commerce and Web-Based Information Systems, 1999.
11. Tseng, C-C.: Comparing Artificial Intelligence Systems for Stock Portfolio Selection. The 9th International Conference of Computing in Economics and Finance, July 11-13 (2003) University of Washington, Seattle, Washington.
12. Tseng, C-C., Gmytrasiewicz, P.J.: Real Time Decision Support System for Portfolio Management. hicss, p. 79. 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)- Volume 3 (2002).
13. Forecast. Semanario Bursátil: Indicadores y osciladores técnicos. <http://www.f-capital.com/>
14. Rubinstein, M.: Markowitz's "Portfolio Selection": A Fifty-Year Retrospective. *Journal of Finance* 57, No. 3 (2002) 1041–1045.
15. León, T., Liern, V. and Vercher, E.: Viability of infeasible portfolio selection problems: A fuzzy approach. *European Journal of Operational Research* 139 (2002) 178–189.
16. Mitchell, J.E., Stephen Braun: Rebalancing an Investment Portfolio in the Presence of Transaction Costs. <http://www.rpi.edu/~mitchj/papers/transcosts.html>
17. Borodin, A., El-Yaniv, R., Gogan, V.: Can We Learn to Beat the Best Stock. *Journal of Artificial Intelligence Research* Volume 21 (2004) 579–594.