

ACTIVOS NUMISMÁTICOS DE ORO, ANÁLISIS MEDIANTE REDES NEURONALES AUTOORGANIZADAS

Camilo Prado Román

Pablo García Estévez

José Luis Coca Pérez

RESUMEN

Los activos tangibles de colección, son aquellos activos que no están directamente relacionados con la evolución de los mercados financieros. Estos activos se llevan estudiando en España desde finales de los noventa, (Coca, 1998). En este trabajo se realiza un análisis de los activos numismáticos de oro, mediante Redes Neuronales Autoorganizadas. El objetivo que buscamos en nuestro artículo, es proporcionar un patrón de variables que determine las características principales de los activos numismáticos de oro y su valor de mercado, en especial. Con el fin de poder clasificar a los diferentes activos numismáticos de oro, para una correcta inversión en ellos

La muestra a la que realizamos el análisis, son los activos numismáticos de oro emitidos por España, EEUU, Gran Bretaña y Francia, desde 1900 a 2007. La metodología empleada son las Redes Neuronales Autoorganizadas, las cuales han sido utilizadas desde principio de los '80. Algunas de sus aplicaciones se detallan en Self-Organizing Maps (Kohonen, 1997). En tanto en Visual Explorations in Finance (Kohonen y Deboeck, 2000) se profundiza en el análisis exploratorio de los datos, en el "data mining", y en una perspectiva global de los métodos tradicionales de clasificación y visualización de los datos, que se particulariza para el análisis de los mercados financieros y para la detección de estructuras subyacentes en los datos económicos.

Los resultados obtenidos nos muestran conclusiones respecto, a los tipos de activos numismáticos de oro donde se demuestra que no existen diferencias significativas entre los activos numismáticos de oro, tipo bullion y tipo conmemorativa. Y si existen diferencias significativas entre los activos de tipo moneda histórica, donde existen diferencias entre ellos, según el mercado de donde procedan, calidad y antigüedad, principalmente. Respecto a los mercados numismáticos existen diferencias entre el mercado americano y el mercado europeo de activos numismáticos de tipo moneda histórica, pero no así, en los de tipo bullion y conmemorativa. También obtuvimos conclusiones respecto a la metodología empleada, la cual es aplicable.

PALABRAS CLAVE: Bien de Colección, Activo Numismático de Oro, Redes Neuronales Autoorganizadas, clasificación

ABSTRACT

Collectible Tangible Assets are those that directly they are not related to the evolution of the financial markets. These assets have been studied in Spain from the end of the nineties (Coca, 1998). In this work we made for the first time an analysis of the numismatic assets by means of Neural Networks Self-Organize. In this research our objective is to determine a pattern of variables that show the market value of numismatic gold assets. The purpose is being able to classify different numismatic gold assets in order to get a right investment.

Research sample is composed by numismatic gold assets. Those assets have been emitted by Spain, the U.S.A., Great Britain and France, from 1900 to 2007. We used Neural Networks Self-Organizing methodology, which have been used from beginning the 80. Some of their applications are detailed in Self-Organizing Maps (Kohonen, 1997). Visual Explorations in Finance (Kohonen and Deboeck, 2000) deepened in the exploratory analysis of the data, in "data mining", and in a global perspective of data classification by traditional methods. Those methods are specially used for financial markets analysis and detection of underlying structures in the economic data.

Results prove there are no significant differences between numismatic gold assets, specifically between bullions and commemorative ones. However significant difference exists between historical currency assets, mainly according to emitting country, quality and antiquity. According to numismatic markets, differences between American and the European markets exist. In fact, there are differences in historical currency assets but not in commemorative & bullion coins.

KEYWORDS: Collectible Tangible Asset, Numismatic Gold Asset, Neural Networks Self-Organize, Classification.

INTRODUCCIÓN

Los bienes de colección son aquellos objetos que por sus características especiales (valor artístico, rareza, escasez, tangibilidad, antigüedad etc.), son considerados objetos de apreciación y únicos; y estas consideraciones unidas al paso del tiempo, para una misma conservación y calidad (manteniendo constante sus características), harán que aumenten de valor con el paso del tiempo. A estos bienes pertenecen los numismáticos, objeto de estudio en este artículo.

Los activos numismáticos, son activos, que se comportan de una manera distinta a los activos del mercado financiero, puesto que no están directamente relacionados con la evolución de los mercados financieros. Los activos numismáticos de oro, está compuesto por las monedas históricas de oro, que son aquellas que han estado o están en circulación; las monedas conmemorativas de oro, que son aquellas emitidas por un gobierno para conmemorar algún suceso que consideren relevante y las monedas bullions de oro, que son aquellas monedas emitidas en metales preciosos, en nuestro caso el oro, cuyo precio lo marca el metal contenido en él.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de los diferentes activos numismáticos de oro y proporcionar un patrón de variables que determine las características principales de los activos numismáticos de oro y su valor de mercado, en especial. Con el fin de poder clasificar a los diferentes activos numismáticos de oro, para una correcta inversión en ellos.

Para obtener una buena agrupación y clasificación de los diferentes activos numismáticos, hemos realizado un primer análisis, utilizando las variables con todas sus observaciones, es decir, aquellos activos tanto con toda su información, como aquellos activos con observaciones perdidas o missing (NaN¹). Para proporcionarle más robustez y contrastar que nuestro modelo es un buen agrupador y que no presenta deficiencias a la hora de clasificar activos numismáticos, hemos realizado el mismo análisis del modelo sin utilizar las observaciones perdidas o missing (NaN).

Para ello, explicaremos el mercado de los bienes de colección, como esta formado, sus agentes, su funcionamiento y su evolución. Una vez conocido este mercado, nos centraremos en los activos numismáticos, y especialmente, en los activos numismáticos de oro, activos numismáticos de inversión, por excelencia.

A continuación describiremos la muestra, los activos numismáticos de oro de EEUU, Francia, Gran Bretaña y España, emitidos desde 1900 al 2007 y la metodología utilizada, las redes neuronales autoorganizadas. Para seguir con el análisis empírico y estudio de los resultados obtenidos, para poder obtener las conclusiones del trabajo.

MERCADO DE BIENES DE COLECCIÓN

Los bienes de colección (sellos, monedas, pintura, obra gráfica, autógrafos, etc.), son aquellos objetos que por su peculiar singularidad –su carácter único y escaso, su mérito artístico, su consonancia con las tendencias del gusto social, y/o su antigüedad-, van, paulatinamente,

¹ NaN, es la denominación que el programa proporciona a las observaciones perdidas o missing.

umentando su valor a lo largo del tiempo², es decir, tienen la condición de ser “objetos de apreciación”, habida cuenta de las características específicas que los distinguen de los demás.

Las características principales de un Bien de Colección (BdC) son las siguientes³:

Tangibilidad, uno posee en propiedad el valor de su inversión. Valor – refugio, entendemos por él, a aquel activo (físico o financiero) que por sus especiales características de oferta y demanda, quedan al margen de las crisis de los mercados financieros así como de las economías reales. Universalidad de los mercados, estos bienes pueden venderse en cualquier parte del mundo y están universalmente aceptados. Accesibilidad, esta es una característica referida a las monedas en particular, prácticamente cualquier inversor/coleccionista tiene suficiente disponibilidad de efectivo para adquirir activos numismáticos. Revalorización, los Bienes Tangibles se revalorizan con el paso del tiempo debido principalmente a la escasez, rareza y antigüedad, produciendo que el valor de este tipo de bienes crezca constantemente. Previsionalidad de ahorro, estas inversiones prevén un ahorro, son inversiones a medio y largo plazo; (Coca, 1998).

El mercado de los bienes de colección es un mercado estructurado, abierto y universal, al igual que otros mercados en los que se negocian productos múltiples. Este mercado se apoya en varias consideraciones: Su venta se puede hacer en cualquier parte del mundo al ser unos bienes físicos y al estar universalmente aceptados. Su fácil accesibilidad, sobre todo en sellos y monedas, permite que cualquier persona pueda invertir en estos bienes. Existe una amplia oferta que emana de diversas fuentes emisoras: los propios artistas / realizadores de obras y el propio Estado (filatelia, numismática). Además existen multitud de vías para la comercialización.

Existe también un mercado primario y un mercado secundario, similar al mercado financiero en cuanto a su funcionamiento. Un mercado primario donde se realizan las primeras relaciones de compra – venta entre emisores y compradores. Compradores representados en las figuras de: comerciantes, coleccionistas (coleccionista/inversor) e inversores, y un mercado secundario donde las relaciones comerciales que se establecen son básicamente entre compradores y vendedores, donde tienen lugar las primeras cotizaciones de precios de estos bienes, lo que implica un dinamismo y una permeabilidad del mercado.

El enlace entre ambos mercados se personifica y según los casos adquiere un role específico, por ejemplo, en el mercado numismático, el grupo estaría integrado por los comerciantes (comercios especializados y casas de subastas), los coleccionistas (coleccionistas/inversores) y los inversores (sociedades de inversión en numismática, sociedades con departamentos numismáticos y el inversor por cuenta propia). En el mercado del arte, por ejemplo, los intermediarios serían las galerías de arte, las propias casas de subastas, los marchantes o los coleccionistas privados.

La principal fuente de demanda de los bienes de colección proviene de los coleccionistas y de los inversores. A diferencia del coleccionista, que en esta afición encuentra una actividad de disfrute personal y por ello una rentabilidad de disfrute, el inversor se mueve por criterios preferentemente de rentabilidad. Ambas figuras se complementan y sin la existencia de uno, no tendría sentido la perpetuidad del otro.

Las principales vías de comercialización de Bienes de Colección (BdC) son, las galerías, anticuarios y almonedas; los comercios especializados; las casas de subastas; los supermercados del arte, desembalajes y mercadillos; las sociedades de inversión en BdC y los productos financieros basados en estos bienes como fondos de inversión en arte, carteras de sellos, carteras de autógrafos, entre otros.

² Como ejemplos de bienes tangibles de colección tenemos las joyas, el arte, las antigüedades, la numismática, los sellos, los libros y documentos antiguos, la escultura, los objetos memorabilicos, etc.” Coca, J. L.; La inversión en filatelia: organización del mercado y agentes participantes; Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa; Vol.10 – Nº 4, 2001; Págs. 21-28.

³ Coca (1998), en su Tesis Doctoral: “Análisis del mercado financiero de bienes tangibles: El caso particular de la filatelia financiera.”.

La actividad de los bienes de colección se regula por las leyes de cada país. En España la ley de inversión en bienes tangibles, o *LEY 43/2007, de 13 de diciembre, de protección de los consumidores en la contratación de bienes con oferta de restitución del precio*, regula la actividad.⁴

LA NUMISMÁTICA DE INVERSIÓN

Como sabemos, un activo, es algo que poseemos que posee un valor de cambio; los bienes de colección también poseen un valor de cambio en el momento de la venta o en el momento en que un experto lo tasa y le proporciona un valor. Desde este punto de partida, distinguimos entre activos financieros y activos alternativos, definiendo estos últimos, como aquellos cuyos rendimientos no están directamente relacionados con los mercados financieros, es decir, con la evolución de estos mercados. Consideramos que son activos alternativos: los activos tangibles de colección, las materias primas, los metales preciosos, los inmuebles, el capital riesgo, *hedge fund* y otros, como los recursos naturales.

En esta línea, las vías de inversión en estos activos, las podemos dividir en dos, inversión directa e inversión dirigida. Siendo la inversión directa, la que tiene como base el coleccionismo, la experiencia y la inversión dirigida la que utiliza el activo tangible de colección como subyacente de un proceso inversor. Por tanto, la inversión directa es una vía de negociación de los bienes de colección y estaría englobado en el mercado de productos, que es aquel donde se negocian bienes y servicios. La inversión dirigida sería una forma de inversión, que pertenecería al mercado de factores, que es aquel donde se negocian trabajo y capital. (Ver tabla 1)

Tabla 1: Comparativa de tipos de inversión en ATC

Activos Tangibles de Colección (ATC)	
Inversión Directa	Inversión Directa: subastas, ferias, comercios especializados, etc.
Inversión Dirigida	Fondos Inversión con ATC Inversión Programada

Fuente: elaboración propia

Desde el punto de vista de la inversión, los activos tangibles de colección poseen como características las siguientes: El horizonte temporal de la inversión, es a medio y largo plazo, principalmente. La liquidez, es el principal problema de estos activos, puesto que aunque existen numerosas vías para su comercialización, su conversión en dinero no es inmediata, y dependerá de la situación de su mercado local, en el momento de la venta. La rentabilidad que se espera obtener de esta inversión, es una rentabilidad media / elevada, según expertos y el riesgo de estos activos es medio.

Los activos numismáticos están compuestos por las monedas históricas, que son aquellas que han estado o están en circulación, como por ejemplo, los denarios romanos, la peseta, el dólar estadounidense, etc.; las monedas conmemorativas, que son aquellas que emite un gobierno para

⁴ (BOE núm. 299, de 14 de diciembre) y viene a sustituir a la Ley 35/2003, de 4 de noviembre, de Instituciones de Inversión Colectiva (BOE, de 5 de noviembre de 2003).

conmemorar algún suceso, y suelen estar acuñadas en metales preciosos y con tiradas pequeñas; y las monedas bullions que son aquellas monedas acuñadas en metales preciosos (oro, plata, platino, paladio) cuyo precio se fija por el metal de acuñación, más una prima de entre el 3% y el 6% sobre el precio de ellas.

Las rentabilidades medias de activos numismáticos americanos⁵ son del 14,23%, para las monedas históricas y de un 3,10%, para las monedas bullion de oro. Es importante señalar que las revalorizaciones medias son mayores a medida que aumenta la calidad de estos activos (Lombra, 2003).

Los activos tangibles de colección, y en especial los activos numismáticos, por su componente histórico, artístico y/o por su escasez, se revalorizan, siendo esta revalorización mayor cuanto más nos alejamos en el tiempo. Muchas de las colecciones adquiridas por los inversores, son codiciadas por los coleccionistas y viceversa.

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS Y MODELO

Las hipótesis a contrastar en nuestro trabajo de investigación son cuatro:

H1: Los activos numismáticos de tipo moneda bullion y moneda conmemorativa se comportan de una manera similar, independientemente del país emisor y de las características propias de estos; y por ello se pueden agrupar en un mismo grupo.

H2: Los activos numismáticos de tipo moneda histórica tienen diferencias significativas con los activos de tipo moneda bullion y moneda conmemorativa.

H3: Existen diferencias significativas entre los diferentes activos numismáticos de tipo moneda histórica.

H4: La metodología de redes neuronales autoorganizadas puede aplicarse en el estudio de los activos numismáticos.

El modelo empleado consiste en la presentación de cada una de las referencias de la base de datos en un vector que contiene las variables utilizadas. Cada una de las celdas del mapa de salida tiene una cantidad de cifras igual al número de variables del vector de entrada. La red identifica la celda que presenta la distancia Euclídea con los datos del vector de entrada más pequeña. Esa es la neurona denominada BMU (Best Matching Unity) y determina la posición de la referencia en el mapa de salida.

Para el modelo con observaciones NaN. Como el mapa de salida tiene 32 x 18 celdas, esto es 576 celdas y cada una de ellas tiene nueve números, que representan las variables del modelo, tendremos al final 5.184 números en el modelo ordenados en 576 grupos de nueve números. Para el modelo sin observaciones NaN, el mapa de salida tiene 31 x 18 celdas. (Ver Anexo, figura A1 y figura A2).

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Y METODOLOGÍA

La muestra empleada para el análisis, han sido los activos numismáticos de oro, en sus tres tipos: monedas históricas, monedas conmemorativas y monedas bullions, emitidos por España, EEUU, Gran Bretaña y Francia, desde 1900 hasta el 2007.

El catálogo utilizado para conocer las diferentes características de los activos de inversión, entre ellos su valor de mercado es el *Standard Catalogue of World Coin*. Catálogo reconocido internacionalmente por expertos numismáticos. Los años seleccionados para el estudio han sido 1985, 1988, 1996, 2003, 2004, 2005, 2006 y 2007, para todos los países.

⁵ Lombra, R. (2003). L.A. Research, Pennsylvania State University. Estudio de carteras para diferentes activos norteamericanos, renta variable americana, renta fija americana, numismática y bullions de oro; para un período de 25 años (1978-2002).

Como hemos mencionado, el catálogo utilizado es el *Standard Catalogue of World Coin*. Este catálogo es editado en EEUU y es aceptado por los coleccionistas, expertos numismáticos.

La metodología empleada para el estudio son las Redes Neuronales, que son un conjunto de algoritmos matemáticos que encuentran las relaciones no lineales entre conjuntos de datos. Existen dos grandes grupos de redes neuronales: las Supervisadas y las Autoorganizadas. Las Redes Neuronales Supervisadas son utilizadas como predectoras puesto que funcionan como aproximadores universales de funciones. Esta característica las hace muy atractivas para los investigadores y explica que sean las más utilizadas. Las Redes Neuronales Autoorganizadas, que son las que utilizaremos en este trabajo, son clasificadoras y se basan en la forma de clasificación que es utilizada por la zona somatosensorial del cortex del cerebro. Este tipo de redes descubre, dentro de un conjunto de datos, patrones similares, y agrupa a los vectores de entrada en función de esa similitud (Martín del Brío & Sanz, 1997). Pueden realizar una gran cantidad de actividades, siendo las más importantes (Hertz et al, 1991) la similitud de patrones, el análisis de los componentes principales, el agrupamiento o clustering, y los mapas de rasgos.

Las Redes Neuronales Autoorganizadas tienen una estructura la cual se compone de dos capas: una primera de entrada y una segunda de salida, donde se visualizará los resultados. Todas las neuronas de la capa de entrada están conectadas a cada una de las neuronas de la capa de salida mediante un vector de números que llamados pesos.

La manera de trabajar de las Redes Autoorganizadas se divide en dos fases: el entrenamiento y el ajuste fino. En la fase del entrenamiento cada una de estas neuronas de la capa de salida calcula la similitud entre el vector de entrada y su propio vector de pesos sinápticos. La neurona de la capa de salida con el vector de pesos más parecido al de entrada, se declara neurona vencedora y modificará su vector de pesos para acercarse, aún más, al vector de entrada que le ha hecho ganadora. En un primer momento, los pesos, que unen la capa de entrada con la capa de salida son aleatorios. Al presentar un patrón de entrada cada neurona de la capa de salida calcula su similitud entre los pesos sinápticos y el vector de entrada mediante la Distancia Euclídea. De este modo, si se vuelve a repetir ese vector de entrada, la misma neurona responderá como ganadora y seguirá acercándose un poco más a ese vector de entrada.

Este tipo de redes, clasifican, puesto que las neuronas y sus vecinas⁶ sólo responderán ante vectores de entrada similares. Otra de las ventajas de las Redes Neuronales Autoorganizadas es la capacidad de encontrar relaciones no lineales entre las variables del modelo. Cuanto mayor es el número de patrones iguales presentados, más neuronas se especializan en ese patrón. Como el número de neuronas que se especializan en reconocer un patrón de entrada depende de la probabilidad de aparición de este patrón el mapa resultante aproxima la forma de la función de densidad de probabilidad del espacio sensorial. La cantidad de neuronas concentradas en una región muestran la mayor probabilidad de aparición de ese tipo de patrones.

La segunda fase del funcionamiento de las Redes Neuronales Autoorganizadas, el ajuste fino, las neuronas ganadoras son especializadas en patrones de datos concretos. En esta fase sólo se actualizan los pesos de la neurona ganadora.

El programa estadístico utilizado ha sido el Matlab 6.5.1.

⁶ Alrededor de la neurona ganadora se define un área, denominado *vecindad*, donde se actualizarán los pesos de las neuronas pertenecientes a dicha área, Kohonen (1982). La vecindad está en función de la distancia entre la neurona ganadora y sus vecinas; y la distancia se define como la zona bidimensional existente alrededor de cada neurona. Así, en este modelo se logra que las neuronas próximas sintonicen con patrones similares, quedando reflejada, sobre el mapa, una cierta imagen del orden topológico presente en el conjunto de datos que conforman las entradas, Kohonen (1989).

Las variables utilizadas en el análisis son: El precio de mercado, el valor facial la pureza del oro, el peso del oro, la antigüedad, la tirada, la calidad, el país emisor y el tipo de activo numismático.

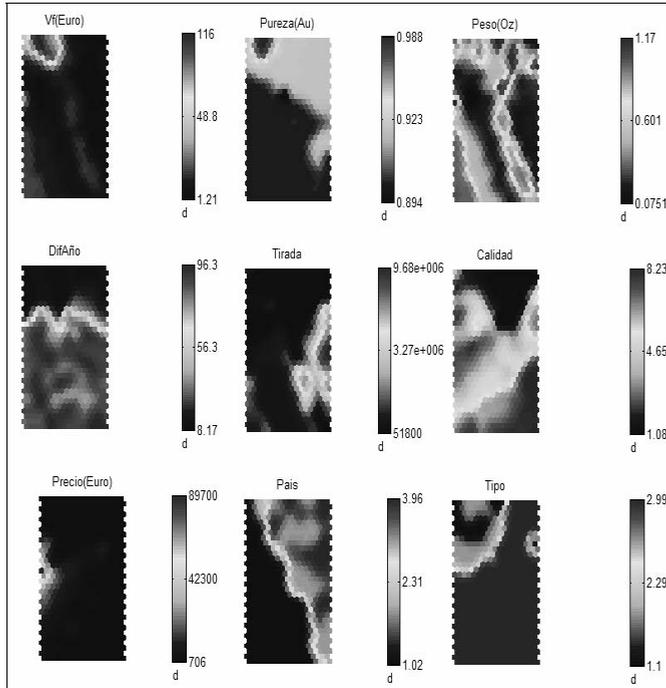
- **Precio del activo numismático, Precio(Euro):** Esta variable equivale al precio de mercado del activo numismático de oro en euros.
- **Valor facial, Vf(Euro):** Equivale al valor facial de los diferentes activos numismáticos de oro en euros.
- **Pureza del Oro, Pureza(Au):** Esta variable nos indica la pureza del metal de acuñación, en este caso el oro, de los diferentes activos numismáticos de oro.
- **Peso del Oro en Onza, Peso(Oz):** Nos indica el peso de los diferentes activos numismáticos de oro medidos en Onza Troy; su equivalencia en gramos es: 1 Oz. Troy = 31,7 gramos.
- **Antigüedad, DifAño:** Nos proporciona la antigüedad del activo numismático de oro, se calcula por la diferencia entre el año de edición de catálogo y el año de emisión de la moneda.
- **Tirada:** Equivale al número de monedas emitidas por cualquiera de los países. Es importante señalar que para la misma tirada existen diferentes calidades de monedas.
- **Calidad:** La calidad, es una de las variables fundamentales en el estudio. Existen diferentes tipos de calidades, según el país emisor. Realizamos su equivalencia, para obtener homogeneidad en las calidades de estudio.
- **País:** Variable que indica el país emisor de los diferentes activos numismáticos de oro. En nuestra muestra tenemos España, Francia, Gran Bretaña y EEUU.
- **Tipo:** Existen tres tipos de activos numismáticos, según uso: monedas conmemorativas, monedas bullions y monedas históricas.

ANÁLISIS EMPÍRICO MEDIANTE REDES NEURONALES

Al aplicar la metodología de redes neuronales autoorganizadas obtenemos un mapa con una estructura de 32x18 celdas o neuronas en la capa de salida. Al realizar el análisis, nos muestra 9 mapas que quedan reflejados en la Figura 1a para el análisis con observaciones NaN y la Figura 1b para el análisis sin observaciones NaN. Estos mapas son las variables de estudio.

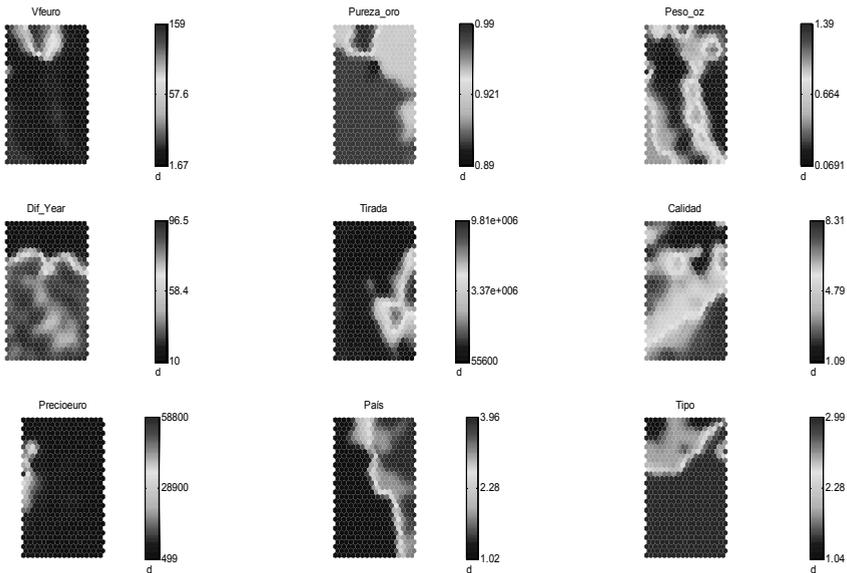
Para explicar la metodología, tenemos que explicar que el *U-Matrix*, uno de los mapas que nos da esta metodología (ver Anexo 1, Figura A1 y Figura A2), nos muestra las distancias entre las neuronas. La primera salida del modelo es el mapa de las distancias entre las diferentes monedas. En las figuras A1 y A2, se representan dicho mapa de distancias (U-Matrix) y podemos observar como las monedas están distribuidas uniformemente por todo el mapa. Sólo hay distancia en la parte superior del mapa donde se observa como existen tonalidades rojas, indicando mayor distancia. Cuando en la fase de aprendizaje se actualizan los pesos de las neuronas de la vecindad, se produce un acercamiento de estas, entorno a la neurona vencedora, creando de esta manera, grupos de neuronas que se asocian a patrones concretos de datos. En el mapa el código de color indica la distancia entre neuronas, siendo el azul el indicador de distancias o distancias más grandes. Se puede observar que aparecen divisiones identificando 4 grupos para los dos tipos de análisis.

Figura 1a: mapa de las diferentes variables para el análisis con observaciones NaN (missing)



Fuente: elaboración propia

Figura 1b: mapa de las diferentes variables para el análisis sin observaciones NaN (missing)



Fuente: elaboración propia

Cada uno de los siguientes mapas indica la función de distribución de las variables. Como podemos observar, los mapas de las diferentes variables para el análisis sin observaciones NaN y con observaciones NaN, son prácticamente iguales. Si un activo numismático de oro está situado en una neurona en concreto en el mapa Vf(Euro), estará en esa misma neurona en todos los demás mapas, dentro del mapa de variables propios. Al tener los mapas de las variables gran similitud, para explicar cada una de las variables, vamos a centrarnos en el modelo sin observaciones NaN, puesto que tenemos todas las observaciones de las variables.

En la fig.1b se observa la distribución de las diferentes variables utilizadas en el modelo. Si tomamos como referencia el Precio en euros (la séptima variable), la cual nos indica lo que esta dispuesto a pagar el mercado por cada uno de los activos numismáticos de oro, y recordando que el color azul significa valor bajo, mientras que el color rojo es el máximo valor de la variable. Podemos establecer que el valor más alto de los activos numismáticos a estudio, es el que corresponde a: un valor facial bajo, una pureza del oro baja, un peso del oro en onzas medio, una antigüedad alta, tiradas bajas, calidades altas (Value, Prf-65 y MS-65), correspondiente a monedas de EE.UU. y de los tipos históricas en su mayoría y conmemorativas. Esta variable hay que verla con cautela, puesto que la mayoría de los tipos de monedas poseen un precio medio-bajo, respecto a un pequeño grupo. La mayoría de las monedas tienen un valor medio bajo, que oscila entre los 0 € y los 5.000 €.

Dentro del Tipo de Activo Numismático, tenemos que señalar que esta variable es una variable clasificatoria o categórica, que divide a los diferentes activos en tres grupos: monedas históricas (color rojo-oscuro), monedas conmemorativas (color azul-celeste) y monedas bullions (azul-marino). Las monedas históricas son aquellas que tienen mayores diferencias entre ellas y que las monedas conmemorativas y bullions, son monedas con menores diferencias y por tanto, con menos subtipos. En el mapa de la variable, país emisor, vemos que EE.UU. al igual que Francia y Gran Bretaña tienen bien definido su lugar, en el mapa. No así España que se sitúa en la frontera entre EE.UU. y Francia. Es importante señalar la relación existente entre la variable tipo y la variable País de Emisión, (ver tabla 2), donde el mercado de EE.UU. emite los tres tipos de activos; España y Francia emiten los mismos tipos de activos, Conmemorativas e Históricas y que Gran Bretaña solo emite Históricas y Bullions.

Tabla 2: tipología de activos numismáticos según país emisor

	EEUU	España	Gran Bretaña	Francia
Histórica	X	X	X	X
Conmemorativa	X	X		X
Bullion	X		X	

Fuente: elaboración propia

La Calidad es sin duda una de las más importantes variables en el estudio. Hemos distinguido 9 tipos de calidades, que clasificamos de mejor a peor calidad, siendo 1 la mejor y 9 la peor calidad posible. Las monedas con mayores calidades (calidades de 1 a 5; Value, Prf-65, Proof, BU, MS-65, MS-63, MS-60, Unc) están repartidas por el mapa de calidad, situándose un fuerte grupo en la mitad superior del mapa y correspondiendo principalmente a monedas Bullions, Conmemorativas (principalmente americanas) e históricas (principalmente inglesas y francesas, algunas americanas y pocas españolas). Las monedas que poseen una calidad media (calidades 6 y 7; AU-50, EF, XF, XF-40) son monedas históricas, de los cuatro países emisores a estudio, esto es lógico puesto que las monedas históricas poseen todas las calidades en función de su conservación y el uso que de

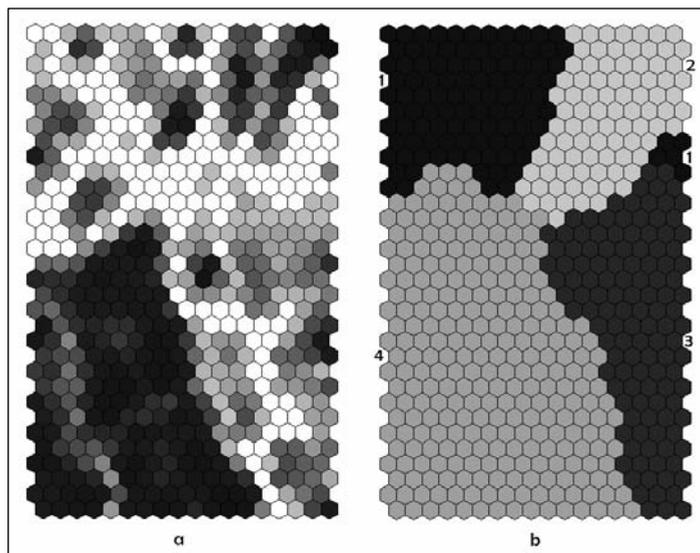
ellas se hizo. Respecto a las monedas de calidad baja (calidades 8 y 9; VF, VF-20, F, F-12), la gran mayoría de ellas corresponden a las emisiones de Francia, también tienen Gran Bretaña y EEUU, España no posee monedas de oro, de calidad baja.

Respecto a la Escasez, medida por la Antigüedad y la Tirada, tenemos que decir, que las monedas con una antigüedad alta, $97 \text{ años} \leq x \leq 58 \text{ años}$, son monedas históricas, y pocas conmemorativas, que tienen tanto tiradas pequeñas como grandes. Las monedas con una antigüedad baja (≤ 20 años), corresponden a todas las monedas bullions, parte de las históricas (principalmente inglesas y francesas) y alguna conmemorativa. Cabe destacar que las monedas con una tirada alta son aquellas que tienen una antigüedad media-alta o alta, calidad media, de emisiones francesas e inglesas, de tipos histórica y conmemorativa (principalmente históricas), peso en onzas bajo, pureza del oro media-baja, valor facial bajo y valor de mercado medio-bajo. Las monedas con una tirada baja (vértice inferior derecho del mapa de variables), es que corresponde a una antigüedad alta, calidad baja, valor de mercado bajo, país emisor Francia, tipo histórica, valor facial bajo, pureza media, peso del oro medio.

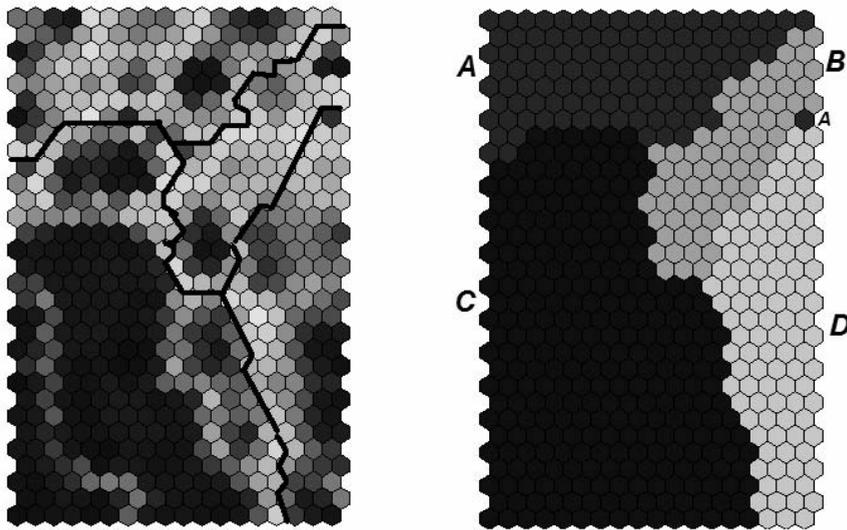
Existe una correlación entre el Valor Facial y la Pureza del Oro, solo en las monedas conmemorativas y bullions, que son aquellas que tienen un valor facial alto y una pureza del metal alto, una antigüedad baja, una tirada pequeña y una calidad alta, corresponden en su gran mayoría a la calidad I (value). Esta correlación se basa en que a $>\text{Pureza}$, $>\text{Vf}$ y viceversa, se produce en España, Francia y Estados Unidos, pero en GB esta correlación es mucho menor. La variable Peso del Oro, nos dice que existe una gran diversidad respecto al peso, en todos los tipos de monedas y en todos los países emisores.

Empleando técnicas de la Lógica Borrosa, más concretamente el índice de Davies-Bouldin (1979) encontramos 4 grupos de activos numismáticos de oro (ver figuras 2a y 2b), tanto para el modelo con observaciones NaN, como para el modelo sin observaciones NaN. Buscando una mejor explicación y diferenciación de los grupos, (hemos elaborado las tablas 3a y 3b), para el modelo con y sin observaciones NaN.

Figura 2a : U-Matrix Grupos Obtenidos para el modelo con Observaciones NaN.



Fuente: elaboración propia

Figura 2a : U-Matrix Grupos Obtenidos para el modelo sin Observaciones NaN.

Fuente: elaboración propia

Realizando un análisis de los activos numismáticos de oro, de España, Francia, Inglaterra y Estados Unidos, de las emisiones del periodo 1900 – 2007. Mediante el uso de Redes Neuronales Autoorganizadas y con el índice de Davies-Bouldin, obtuvimos un modelo, con observaciones NaN y sin observaciones NaN.

Con este modelo, podemos clasificar a los activos numismáticos de oro, en 4 grandes grupos. EEUU, Gran Bretaña, Francia y España, son cuatro mercados numismáticos muy importantes a nivel mundial, tanto por la calidad de sus activos numismáticos, como por el número de coleccionistas existentes en ellos. Esta lista se debe ampliar con los mercados consolidados de Italia y Alemania, y mercados más emergentes como el de China y otros países asiáticos.

Tabla 3a: grupos obtenidos de los activos numismáticos de oro, para el modelo con observaciones NaN.

Grupos	1		2		4		3	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Vf€	117,6	2,5	13,6	0,5	29,8	1,2	15,3	0,9
Pureza (au)	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Peso (Oz)	1,0	0,1	1,1	0,1	1,2	0,1	0,9	0,1
Antigüedad	54,7	8,4	83,4	7,1	96,7	51,4	97,1	24,6
Tirada	5.130.300	3.059	1.609.200	242	5.305.900	15.644	9.977.500	37.079
Calidad	6,5	1,0	5,5	1,0	8,0	2,3	8,3	3,0
Precio €	27.248,0	92,6	8.789,4	118,4	90.589,0	242,6	4.941,5	55,2
País	4,0	1,0	4,0	2,7	2,6	1,0	4,0	1,8
Tipo activo	2,3	1,1	3,0	2,3	3,0	2,0	3,0	2,1

Fuente: elaboración propia

Tabla 3b: grupos obtenidos de los activos numismáticos de oro, para el modelo sin observaciones NaN.

Grupos	A		B		C		D	
Var / Lim Intrv	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Vf €	162,57	2,45	17,17	1,31	34,06	1,02	13,27	0,79
Pureza (au)	1,0	0,9	0,92	0,89	0,91	0,89	0,92	0,9
Peso (Oz)	1,19	0,11	1,05	0,21	1,41	0,06	0,89	0,13
Antigüedad	49,67	8,9	94,29	10,95	97,19	51,2	95,98	21,95
Tirada	3.398.200	2.154	1.876.000	6.026	5.556.400	10.435	10.087.000	48.605
Calidad	5,66	1,0	5,06	1,1	8,01	2,47	8,38	3,56
Precio €	32.392,00	151,5	3.721,00	194,23	59.249,00	268,45	1.912,00	50,18
País	4	1	4	3	3	1	4	2
Tipo Act Numis	2	1	3	2	3	2	3	2

Fuente: elaboración propia

Para una mayor comprensión y para facilitar el análisis, la correspondencia de los diferentes grupos para los modelos con y sin observaciones NaN son: el grupo 1 corresponde al grupo A; el grupo 2 corresponde al grupo B; el grupo 3 corresponde al grupo D; y el grupo 4 corresponde al grupo C. Como podemos observar los grupos tienen una estructura similar.

El **Grupo A y 1** está formado por monedas de Tipo Bullion y Conmemorativa de los 4 países EEUU, España, Francia y Gran Bretaña. Este grupo se podría dividir dos subtipos, el primero serían monedas Conmemorativas y Bullions de los 4 países y el segundo sería monedas Conmemorativas y Bullions de Francia y Gran Bretaña. El **Grupo B y 2**, está compuesto por monedas Históricas de Francia y Gran Bretaña. El **Grupo D y 3**, también por monedas Históricas de España, Francia y Gran Bretaña y el **Grupo C y 4**, está compuesto por monedas Históricas de EEUU, algunas españolas Conmemorativas e Históricas y pocas Conmemorativas Francesas.

El **Grupo A y 1**, que está compuesto por monedas bullions y monedas conmemorativas de los 4 países, como hemos dicho, se podría dividir dos subtipos, el primero monedas conmemorativas y bullions de los 4 países y el segundo, en monedas conmemorativas y bullions de Francia y Gran Bretaña. Podemos destacar que son monedas con una calidad alta, con una antigüedad de entre 0 y 54 años, la mitad del total (107 años). Por tanto aceptamos la Hipótesis 1, los activos numismáticos de tipo moneda bullion y moneda conmemorativa se comportan de una manera similar, independientemente del país emisor y de las características propias de estos; y por ello se pueden agrupar en un mismo grupo. Podemos afirmar que en el Grupo 1 y A, las monedas conmemorativas y bullions de estos 4 países se comportan de una manera similar, es decir, existe un mismo patrón de comportamiento. En las monedas históricas, esto no ocurre, puesto que existen diferentes grupos y no todos siguen un mismo comportamiento. De tal manera aceptamos la Hipótesis 2, los activos numismáticos de tipo moneda histórica tienen diferencias significativas con los activos de tipo moneda bullion y moneda conmemorativa.

Podemos concluir, que el Grupo 1 y A, englobaría a aquellos activos numismáticos de oro que incluimos en el tipo de inversión, "Inversión en Metales preciosos", en este caso, con activos numismáticos de oro. Este tipo de inversiones, que están formados por activos que por supuesto se pueden coleccionar, se mueven, principalmente, por rentabilidades, puesto que la parte histórica de la moneda es menor, y se mueve principalmente por la cotización del metal con el que se emitió. Se consideran instrumentos de inversión en metal precioso, principalmente los bullions, y una vía de inversión accesible, para el inversor.

El Grupo B y 2, Grupo D y 3 y Grupo C y 4, están compuestos por monedas históricas, en el caso del grupo 4 hay una pequeña cantidad de monedas conmemorativas, por lo tanto, podemos clasificar a estos grupos y así diferenciarlos del Grupo A y 1. Al existir 3 grupos con monedas históricas de los diferentes países, con diferentes características, vemos que existen diferencias significativas entre los diferentes activos numismáticos de tipo moneda histórica. De tal manera aceptamos la Hipótesis 3, existen diferencias significativas entre los diferentes activos numismáticos de tipo moneda histórica; y que a continuación fundamentaremos con el análisis de los restantes grupos. A estos activos, los incluiremos en el tipo de inversión, “Inversión en Bienes de Colección” y no en metales preciosos, puesto que su parte histórica le proporciona un mayor valor al activo numismático que el que le proporciona el metal precioso con el que se acuña, en este caso el oro.

Estas inversiones, proporcionan al inversor además de la rentabilidad económica, otra rentabilidad, la rentabilidad de disfrute, difícil de medir y cuantificar. Este tipo de inversiones nacen del coleccionismo, puesto que sus activos están directamente relacionados con el coleccionista, que es el pilar de este mercado. Estas inversiones al igual que la inversión en metales preciosos, se englobarían dentro de las inversiones calificadas como alternativas, que son aquellas que incluyen activos que no están directamente relacionados con la evolución de los mercados financieros, sean estos los activos tangibles de colección, los inmuebles o el capital riesgo, entre otros.

El **Grupo B y 2**, que esta formado por monedas históricas de Francia y Gran Bretaña. Estas monedas históricas, que como sabemos, son aquellas monedas que están o han estado en circulación, son monedas demandadas por coleccionistas. Dentro de este grupo estarían todas aquellas monedas cuya antigüedad varía y se encuentran en el mayor rango de 7 a 83 años de antigüedad. Tendría aquellas monedas con la calidad máxima, puesto que recoge las calidades desde la 1 a la 5 (las mejores calidades) y sus tiradas serían las más bajas de los activos numismáticos de oro. Aunque estos activos no tienen los precios más altos, aunque invirtiendo a largo plazo, obtendrían muy buenas revalorizaciones.

Siguiendo en esta línea, el **Grupo D y 3**, que también esta compuesto por monedas históricas de Francia y Gran Bretaña, y se incluirían algunas de España. Estas monedas históricas, tienen una antigüedad mayor que las del grupo B y 2, tienen una tirada mayor y también una calidad menor, puesto que sus calidades van desde la 3 hasta la 9 y su precio en el mercado, aunque son más antiguas es menor. Destacamos que dentro de las monedas históricas europeas existen 2 tipos de ellas y por tanto existen dos tipos de comportamiento.

Mientras que el **Grupo C y 4**, esta formado en su gran mayoría por las monedas históricas emitidas por EEUU, por lo tanto se comportan de una manera distinta a las europeas. Aunque también hay en este grupo algunas históricas y conmemorativas españolas y pocas conmemorativas francesas, las cuales tienen similitudes con las monedas históricas americanas.

Por tanto, podemos afirmar que existen diferencias significativas entre los activos numismáticos de oro de tipo monedas históricas en el mercado americano y el mercado europeo. Y este último, distingue entre un mercado para activos diferentes características, antigüedad alta vs antigüedad muy alta; calidad muy alta vs a calidad media, entre otras (ver tabla 4).

Aunque también podemos observar que el mercado de los activos numismáticos de oro, compuesto por monedas bullions y monedas conmemorativas, que son monedas emitidas principalmente para la inversión (aunque como todos los objetos también pueden ser coleccionados), se comportan de una manera similar, tanto en EEUU como en Europa (ver tabla 4).

Tabla 4: Comparativa de las diferencias significativas entre los grupos obtenidos.

Grupos*	A - 1	B - 2	D - 3	C - 4
Tipo de Inversión	Inver en Metales Preciosos Inversión en BdeC	Inversión en Bienes de Colección (Inv BdC)	Inversión en Bienes de Colección (Inv BdC)	Inversión en Bienes de Colección (Inv BdC)
Países emisores	EEUU, Francia, Gran Bretaña y España	Francia y Gran Bretaña Francia	Francia, Gran Bretaña España	EE.UU. España, algunas de Francia
Tipos activos	Bullion Conmemorativa	Histórica Conmemorativa Fr.	Histórica Conmemorativa Esp	Histórica Conmemorativa Esp - Fr.
Calidad	Alta (1 a 6)	Alta + (1 a 5)	Media y Baja (3 a 9)	Media (2 a 8)
Antigüedad	Baja - Media	Alta- Media - Baja	Media - Alta	Alta
Tirada	Todas	Baja	Muy Alta	Todas
Precio	Altos	Medios	Medios Bajos	Altos

* Grupo Albético: equivale al modelo sin observaciones NaN

* Grupo Numérico: equivalentes al modelo con observaciones NaN

Fuente: elaboración propia

Como podemos observar la metodología de Redes Neuronales Autoorganizadas, se pueden aplicar a los activos numismáticos y en especial a los activos numismáticos de oro, puesto que realizan un clasificación de los diferentes activos emitidos por España, Gran Bretaña, Francia y EE.UU. desde 1900 hasta 2007, tanto para el modelo con observaciones NaN, como para el modelo sin observaciones NaN. Obteniendo datos significativos y aportando mayor información a este mercado. Pudiendo aceptar la Hipótesis 4, la metodología de redes neuronales autoorganizadas puede aplicarse en el estudio de los activos numismáticos.

CONCLUSIONES

Los activos del grupo A y 1 los podemos englobar dentro de las formas de “inversión en metales preciosos” y en “inversión bienes de colección”, puesto que son activos precio viene determinado por el metal de acuñación, en este caso, el oro.

Las mercados de monedas bullion y conmemorativas de EEUU, Francia, Gran Bretaña y España, se comportan de una manera similar.

No existen diferencias significativas entre los activos numismáticos de oro de tipo bullions y conmemorativos.

Los activos del grupo B y 2, D y 3, y C y 4 los podemos englobar dentro de las “inversiones en bienes de colección” o “inversiones en bienes tangibles” y no dentro de las inversiones en metales preciosos, puesto que su componente histórico, hace que los activos tengan un mayor valor.

Las monedas Históricas de los distintos países, se comportan de manera diferente.

Existen diferencias significativas entre los mercados de monedas históricas emitidas EEUU y las europeas. Son mercados que funcionan de diferente manera.

Dentro de las europeas distinguimos, las del grupo B y 2, mismo comportamiento entre Francia y GB; y las del grupo D y 3 mismo comportamiento entre GB, Francia y España. Por tanto existen dos tipos de monedas históricas europeas grupo B y 2 y grupo D y 3.

Existen diferencias dentro del mercado europeo de monedas históricas, entre monedas francesas e inglesas de calidad muy alta, antigüedad alta, tirada media-baja y precio alto y las inglesas, francesas y españolas de calidad media-alta y media baja, antigüedad muy alta, tirada alta, precio medio-alto.

El mercado europeo y el mercado americano se comportan de manera distinta, respecto a sus activos numismáticos de tipo moneda histórica.

Por el contrario, el mercado europeo y el americano se comportan de una manera similar, para las monedas conmemorativas y bullions.

El mercado americano y el mercado europeo, son mercados donde coexisten los tres tipos de activos numismáticos de oro, las monedas históricas, las monedas conmemorativas y las monedas bullions.

Dentro del mercado europeo, el mercado español es el que menor tiene definida las características de sus monedas, respecto a Gran Bretaña y Francia.

El mercado español, se comporta de una forma distinta al resto de mercados puesto que sus activos numismáticos, son los únicos que aparecen en 3 de los 4 grupos.

El mercado francés y el inglés son más homogéneos entre si.

Las Redes Neuronales Autoorganizadas es una herramienta que se puede aplicar a la numismática de oro de España, Francia, Gran Bretaña y EEUU.

Mediante la metodología de las Redes Neuronales, hemos proporcionar un patrón de variables que determine las características principales de los activos numismáticos de oro y su valor de mercado, en especial. También hemos clasificado a los diferentes activos numismáticos de oro, para una correcta inversión en ellos.

Hemos proporcionado robustez y contrastado que nuestro modelo es un buen agrupador y que no presenta deficiencias a la hora de clasificar activos numismáticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Coca Pérez, J. L. (1998) "Análisis del mercado financiero de bienes tangibles: El caso particular de la filatelia financiera."; Tesis Doctoral; Universidad Complutense de Madrid; Madrid.
- Coca Pérez, J. L. (2001) "La inversión en bienes tangibles de colección, cien preguntas clave y sus repuestas" Dykinson, S.L.
- Coca Pérez, J. L. (2001) "La inversión en filatelia: organización del mercado y agentes participantes"; Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa; Vol.10 – Nº 4, pp. 21-28.
- Davies, D. L., Bouldin, D. W. (1979) "A Cluster Separation Measure", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-1, no. 2, pp. 224-227
- Deboeck, G. Y Kohonen, T. (2000) "Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps", Springer Finance.
- Dunnán N. (1986) "Exotic Investments" Journal, Financial Planning Guide. Vol. 72, pp. 60-62, March.
- Gil-Aluja, J. (1999) "Elementos para una teoría de la decisión de la incertidumbre". Editorial Milladoiro.
- Gutián R. (2001) "El concepto de activo nocional y su aplicación fuera de los mercados financieros". Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa, vol.10, Num 4, pp. 83-90.
- Hertz, J., A. Krogh y R. G. Palmer. (1991) Introduction to the Theory of Neural Computation. Addison-Wesley.
- Kaufmann A. Gil-Aluja, J. Terceño, A. (1994) "Matemáticas para la economía y la gestión de empresas, volumen I, aritmética de la incertidumbre". Ediciones Foro Científico, S.L. (FC), 1ª edición.
- Kohonen, T. (1989) "Self-organization and Associative Memory". Springer Verlag, Berlin.
- Kohonen, T. (1982) "Self-organized formation of topologically correct feature maps". Biological Cybernetics 43, pp. 59-69.
- Lakonishok, J. y Shapiro, A. C. (1986) "Systematic Risk, Total Risk and Size an Determinants of Stock Market Returns". Journal of Banking and Finance, 10, pp.15-32.
- LEY 43/2007, de 13 de diciembre, de protección de los consumidores en la contratación de bienes con oferta de restitución del precio. (BOE núm. 299, de 14 de diciembre).
- Martín, B. y Sanz, A. (1997) "Redes Neuronales y Sistemas Borrosos". Ed. Ra-MA. Madrid.
- Martín, B. and Serrano, C. (1993) "Self Organizing Neural Networks for the Analysis and Representation of Data: some Financial Cases", Neural Computing & Applications, Vol. 1, nº 2, diciembre, pp. 193-206, Ed Springer Verlag.
- MacKinlay, A.C. (1995) "Multifactor Models Do Not Explain Deviations from the CAPM" Journal of Financial Economics, 38, pp.3-28.
- Mei J. y Moses M. A. (2002) "Art as an Investment and the Underperformance of Masterpieces". American Economic Review. Vol. 92, Nº 5. pp. 1656-1668
- Mei, J. y Moses, M. A. (2004) "Vested Interest and Biased Price Estimates: Evidence from An Auction Market". The Journal of Finance.
- Prado, C.; Blanco, A.; Concejo, A. (2007) "El Mercado de los bienes tangibles de colección: especial consideración a la numismática de inversión" Servicios de publicaciones Universidad Rey Juan Carlos, Dykinson, Madrid.
- Prado, C.; García, P.; Coca, J.L. (2008) "Análisis de los activos numismáticos de oro mediante redes neuronales autoorganizadas" Building Bridges in a Global Economy, XXII Congreso Anual AEDEM, VI International Conference IABD. ESIC Editorial. ISBN: 978-84-7356-5561
- Randall, M.R. (1981) "Investment Planning in an Inflationary Environment" Financial Analysts Journal, pp. 68-71, January-February.
- Serrano-Cinca, C.; Martín del Brío, B. (1993) "Predicción de la quiebra bancaria mediante empleo de las redes neuronales artificiales". Revista Española de Financiación y Contabilidad. Vol. XXII nº 74, pp 153-176.
- Suárez Suárez, A. S. (2004) "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa", Ediciones Pirámide, 20ª edición.

ANEXO

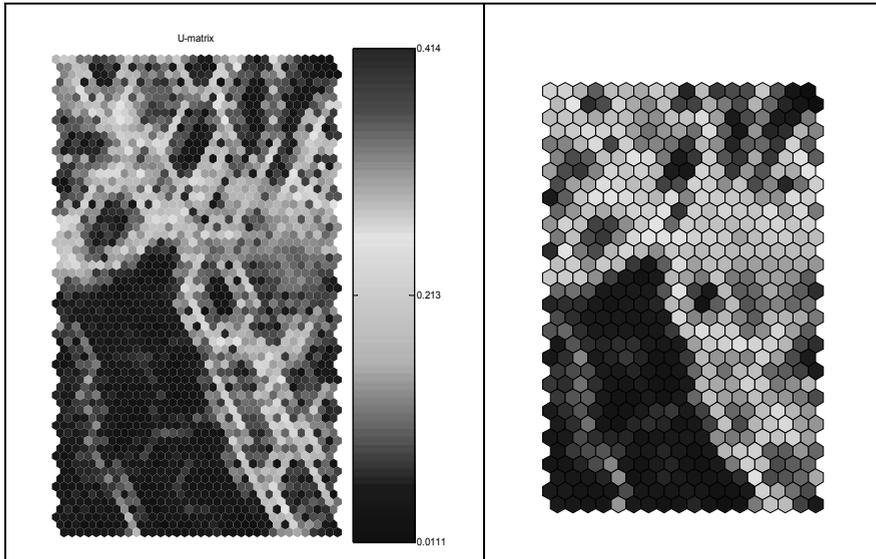
Figura A1: Resultado modelo con datos NaN, U-Matrix.

Map size [32, 18]

Final quantization error: 0.084

Final topographic error: 0.087

Figura A1: U-Matrix, resultado modelo con datos NaN



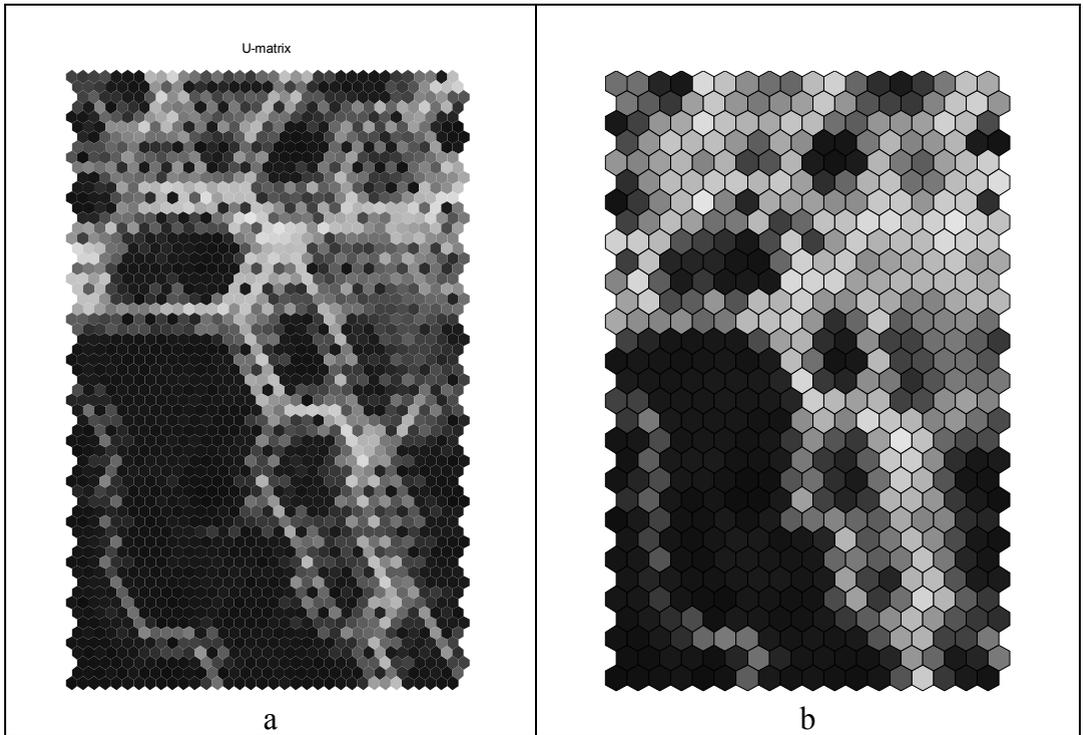
Fuente: elaboración propia

Figura A2: Resultados del modelo sin utilizar los datos NaN, U-Matrix.

```
>> sm=som_make(sd);  
Determining map size...  
map size [31, 18]  
Initialization...  
Training using batch algorithm...  
Rough training phase...
```

```
Training: 1/ 1 s  
Finetuning phase...
```

```
Training: 1/ 1 s  
Training: 2/ 2 s  
Final quantization error: 0.087  
Final topographic error: 0.073
```

Figura A2: U-Matrix, resultado modelo sin datos NaN

Fuente: elaboración propia