



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

# **CORRELACION DEL IBEX 35 CON LOS PRINCIPALES INDICES MUNDIALES ANTE CAMBIOS DE FACTORES MACROECONOMICOS**

Nombre: Pablo  
Apellidos: López Garrido  
Clase: E-2 Bilingüe  
Clave: 201904499

## **Índice:**

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Preámbulo</li><li>• Objetivo</li><li>• Preguntas de la investigación</li><li>• Hipótesis de partida</li><li>• Metodología</li></ul>	
<b>Primera pregunta de investigación</b>	<b>6</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marco teórico</li><li>• Resultados obtenidos</li><li>• Conclusión</li></ul>	
<b>Segunda pregunta de investigación</b>	<b>28</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marco teórico</li><li>• Resultados obtenidos</li><li>• Conclusión</li></ul>	
<b>Resumen Final</b>	<b>36</b>
<b>Anexos</b>	<b>37</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Literatura Académica</li><li>• Bibliografía</li><li>• Citación</li><li>• Acrónimos</li></ul>	

## **INTRODUCCIÓN**

### **PREÁMBULO**

Vivimos en un mundo global donde todo se interrelaciona con todo y si hay un ámbito donde esto queda en evidencia es en el ámbito financiero: las empresas, los inversores, los gobiernos, las instituciones financieras están interrelacionadas unas con otras y no hay una decisión en una parte del mundo que no afecte al polo opuesto. Las razones son varias, destacando entre ellas:

- Los avances tecnológicos: el acceso vía internet a través de las modernas redes de conectividad crea una información en tiempo real en cualquier parte del mundo, y permiten comprar con seguridad cualquier producto en el otro extremo del planeta.
- La liberalización del comercio: cada vez existen menos barreras entre países lo que facilita que las empresas operen de forma global.
- Las cadenas de suministro globales: Esto implica un ecosistema económico interrelacionado.
- La globalización empresarial: fomentado por los tres puntos anteriores, las empresas operan cada vez más a nivel global.

Si hay unos índices que reflejan esa situación económica, son los índices bursátiles. Los cuales están diseñados para medir el desempeño del conjunto de empresas que cotizan en ellas, que a su vez suelen ser una buena representación de la economía en su conjunto.

### **OBJETIVOS**

Los objetivos en esta investigación versan sobre el estudio de la existencia de correlaciones entre el Ibex35 y una serie de índices de relevancia internacional. Adicionalmente se investigará si impactos externos afectan de una forma similar a estos índices, haciendo un especial zoom en los factores macroeconómicos más relevantes. Todo esto en un espacio de tiempo de 25 años. La investigación continuará con el estudio acerca de si las técnicas de Big Data facilitan el análisis de la existencia de estas correlaciones e impactos e intentar conocer cual es la más efectiva para facilitar estos análisis.

### **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1-PRIMERA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

La primera pregunta de investigación va a estar dividida en dos partes:

1.1-Ha existido correlación entre el Ibex 35 y los siguientes índices: S&P 500, el Nikkei 225, El Dax, el FTSE 100 y el CAC 40 en los últimos 25 años.

1.2-Qué factores han influenciado en cambios relevantes de tendencias simultáneos en esos índices entre el 97 y 2022 y si los siguientes factores macroeconómicos: La inflación, los tipos de interés, el precio del barril BRENT, tipo de cambio Euro/Dólar, han sido parte de ellos.

El objetivo de la primera pregunta de investigación de este TFG se basa en revisar la literatura académica, para en base a ella ver si se acredita una correlación entre el Ibex35

y algunos de los principales índices bursátiles en el mundo. En concreto, los índices que hemos seleccionado representan un mix entre economía americana, europea y asiática, en particular se trata de comprobar si se acredita correlación entre el Ibex 35 con los siguientes índices: el S&P 500 de Estados Unidos, el Nikkei 225 japonés, El Dax alemán, el FTSE 100 de Inglaterra y el CAC 40 francés.

Adicionalmente, vamos a investigar si hay factores externos que impacten de forma simultánea en estos índices y en particular, si una serie de factores macroeconómicos, muy relevantes, impactan de forma similar en los índices objeto del estudio. Los factores macroeconómicos seleccionados han sido: La inflación, los tipos de interés fijados por los bancos centrales, el precio del petróleo, en particular el precio del barril BRENT y el tipo de cambio Euro/Dólar más representativo de los índices seleccionados.

Todo ello lo investigaremos en el horizonte temporal de los últimos 25 años, entre 1997 y 2022. Este amplio rango temporal, pensamos que nos permitirá obtener sacar mejores conclusiones.

## 2-SEGUNDA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La segunda pregunta de investigación la dividiremos de la siguiente manera:

2.1-Las técnicas de Big Data ayudan a identificar correlaciones entre los índices bursátiles

2.2-Hay alguna técnica de Big Data especialmente idónea para el estudio de los índices bursátiles

El objetivo de la segunda pregunta de investigación se centrará en revisar literatura académica para ver si en base a ella, se puede acreditar que el empleo de técnicas de Big Data ayuda a identificar y predecir correlaciones entre los índices establecidos en la primera pregunta. También pretendemos examinar si hay alguna técnica concreta especialmente recomendada para ello.

## HIPÓTESIS DE PARTIDA

### 1-PRIMERA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- 1.1-Ha existido correlación entre el Ibex 35 y los siguientes índices: S&P 500, el Nikkei 225, El Dax, el FTSE 100 y el CAC 40

Nuestra hipótesis preliminar y es la que investigaremos, es que el Ibex 35 tiene una correlación positiva con los índices europeos, no siendo evidente la misma con el índice americano o el de países emergentes, como el Nikkei.

- 1.2- Qué factores han influenciado en cambios relevantes de tendencias simultáneos en esos índices entre 1997 y 2022 y si los siguientes factores macroeconómicos: La inflación, los tipos de interés, el precio del barril BRENT, tipo de cambio Euro/Dólar, han sido parte de ellos

Nuestra hipótesis de partida es que son muy diversos los factores que afectan a cambios de tendencia en los índices, pero que en particular la inflación y los tipos de interés tienen una incidencia relevante en los mismos de forma simultánea. También pensamos que el tipo de cambio Euro/Dólar tiene ese impacto coordinado en los índices europeos y el

americano. Sin embargo, no creemos que estos factores tengan incidencia simultánea del resto de índices con el Nikkei japonés. Tampoco que el precio del barril de crudo tenga un impacto equivalente relevante en los índices al mismo tiempo.

## 2-SEGUNDA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- 2.1-Las técnicas de Big Data ayudan a identificar correlaciones entre los índices bursátiles

Nuestra Hipótesis de partida, que intentaremos acreditar, es que el Big Data influye positivamente en el cálculo y anticipación de correlaciones entre los índices bursátiles.

- 2.2-Hay alguna técnica de Big Data especialmente idónea para el estudio de los índices bursátiles

No creemos que haya una técnica recomendada específica para este tipo de estudios, existiendo probablemente diversidad de ellos. Esto es lo vamos a analizar

## METODOLOGÍA

Una vez definidas las preguntas de investigación, se ha realizado una búsqueda exhaustiva de fuentes relevantes, para lo cual se ha acudido a las siguientes fuentes de información:

- Publicaciones de investigación científica seleccionadas a través de los buscadores Google Scholar, WorldWideScience, RefSeek y Microsoft Academic, complementadas con la localización a través de sus DOIs de papers en Google
- Información primaria pública procedente de artículos de medios de comunicación
- Obtención de datos numéricos de Investing<sup>1</sup>
- Obtención de información financiera relevante en Temáticas<sup>2</sup>
- Obtención de datos financieros en Yahoo Finance<sup>3</sup>

Todas las citas a documentos académicos se han realizado utilizando la metodología APA.

La elaboración de gráficos se ha realizado utilizando el programa EXCEL.

---

<sup>1</sup> <https://es.investing.com/>

<sup>2</sup> <https://tematicas.org/>

<sup>3</sup> <https://es.finance.yahoo.com>

## PRIMERA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

### MARCO TEÓRICO

Los índices bursátiles son indicadores financieros encargados de medir tanto el desempeño como la volatilidad de un número concreto de empresas las cuales están representadas en forma de acciones, estas a su vez cotizan en un mercado determinado. En los índices están representados el número total de acciones por las que están compuestas dichas empresas y sus variaciones diarias se ven reflejadas en cambios en el precio de la acción. Hay bastante literatura académica que explica el funcionamiento de esos mercados, mencionaremos el paper “*A Survey of Stock Market Indexing*” (Osterweis, 1966) que fue uno de los primeros en explorar la historia del funcionamiento de los citados índices. También son considerados como una medida de la salud económica general de un país o región. Si un índice bursátil aumenta su valor, puede ser indicativo de un aumento en la actividad económica y empresarial. Por el contrario, si un índice disminuye su valor, puede ser una señal de que la economía está pasando por un periodo de inestabilidad. Por lo tanto, estos índices son una herramienta importante para tomar decisiones de inversión y para entender la dinámica del mercado financiero.

Si definimos en particular cada uno de los índices seleccionados, empezaremos por el de nuestro país: El Ibex 35, es el índice de referencia de la bolsa española y mide el desempeño de las 35 empresas españolas más líquidas, negociadas y relevantes del país. El mercado calcula en tiempo real la evolución de cotización de la acción y con él la capitalización de las empresas que incluye. Cabe mencionar que no todas las empresas tienen el mismo peso en este índice, sino que va en función del tamaño de estas, cuando mayor sea la empresa mayor será su peso en el índice y viceversa. Este índice fue creado el 14 de enero de 1992 por la Bolsa de Madrid y desde su creación ha tenido diversas evoluciones tanto en su composición como en la metodología del cálculo. De hecho tan solo un año después de inaugurarse, se introdujo un nuevo sistema de ponderación basado en la capitalización bursátil de las empresas, en lugar del volumen de negociación, consiguiendo así una mayor precisión en el valor de mercado de las empresas que lo constituían. En el año 98, se constituyó el órgano encargado de su supervisión y mantenimiento, el denominado Comité Técnico, compuesto por representantes de la Bolsa de Madrid, así como miembros del mercado y de los inversores, estos tienen la responsabilidad de decidir los cambios en la composición del índice.

Vamos a mencionar un par de papers que ilustran muy bien la historia del Ibex 35, entre ellos “*The Evolution of the Spanish Stock Market, 1988-2003*” (Larrinaga-Gonzalez & Tapia-Iglesias, 2007) que proporciona una visión general de su evolución desde la liberalización del mercado de capitales español en el 88 hasta su internacionalización en 2003 y “*Twenty Years of the Spanish Stock Market: Main Developments and Future Prospects*” (Campa & Berges, 2008), con una visión general de su evolución en los primeros 20 años de historia.

El Ibex35 es un índice relativamente pequeño, que dista bastante como veremos posteriormente del resto de índices que se analizarán. Alcanzó su récord el 8 de noviembre de 2007, llegando a la cifra de 1,27B€<sup>4</sup>. Sin embargo, fue muy afectado al año siguiente

---

<sup>4</sup> <https://www.bolsasymercados.es>

por la crisis de 2008, con altibajos desde entonces, estando en 2021 su capitalización en torno a 0,6B€<sup>5</sup>.

Continuaremos por tanto por el CAC 40, cuya historia queda bien reflejada en el documento *"The French stock market: efficiency, liquidity and corporate governance"*(Deville. ,2013). Es el índice de la Bolsa de París fundado en 1987, aunque la bolsa de valores de París como tal se remonta al siglo XIX. Está formado por las 40 empresas francesas más importantes. Su ponderación es mediante la capitalización de las 40 empresas más significativas dentro de las 100 empresas más grandes que forman la bolsa de París, un dato interesante de este índice es que, a pesar de estar formado por empresas francesas, el 45% de las acciones las poseen extranjeros. Hasta 2021 y desde su inicio este ha tenido un retorno promedio de 8,9%<sup>6</sup> anual, siendo su capitalización total ese año, entorno a 1,7B€.

El FTSE 100 es el índice de referencia de la bolsa de Londres, fue fundado en 1984, como se explica en el paper *"The Anatomy of the FTSE 100 Index"* (Bulkley. et al, 2011). Es el índice de referencia de la bolsa de Londres, fundado en 1984. Está compuesto por las 100 compañías británicas más líquidas y de mayor capitalización bursátil del Reino Unido donde el sector financiero y de banca componen un tercio del índice. En este índice los valores ponderan por capitalización. En febrero de 2023 alcanzó por primera vez los 8.000 puntos<sup>7</sup> y su rendimiento anual desde su creación es de en torno al 5,5%<sup>8</sup>, con una capitalización de 2,6B€ en 2021.

El S&P 500 como relatan en su artículo David y Michael *"The Evolution of the S&P 500 Index, 1926-2015"* (Gallagher & Champion ,2016) es uno de los índices mas representativos de Estados Unidos, y el índice de referencia de la bolsa de Nueva York. Fue fundado en 1957 por la agencia crediticia Standard & Poor's. Este está compuesto por las 500 empresas más representativas de Estados Unidos, donde predominan las empresas tecnológicas. Además, está considerado el índice que mejor representa la situación actual del mercado y es también un índice de capitalización bursátil. En cuanto a rendimiento histórico, este índice ha estado por delante del Dow Jones (otro de los índices de referencia americano) teniendo un rendimiento medio anual de 9,8%<sup>9</sup> y siendo la gran referencia en capitalización a nivel mundial, estando entorno a 38,5B€ en 2021.

El Nikkei 225 como se habla en *"An empirical analysis of Nikkei 225 index components: financial ratios and firm size as determinants of stock returns in Japan"* (Deville, 2013) fue fundado en 1950 y representa el índice de referencia de la Bolsa de Tokio, es el índice más importante de Japón y engloba las 225 empresas más importantes del país. En este índice los valores se ponderan por precios y no por capitalización como en los índices anteriores, es decir que las empresas más grandes no tienen un mayor peso en el índice, ya que lo que se hace es una media aritmética y no una media ponderada. El rendimiento

---

<sup>5</sup> <https://www.reuters.com/>

<sup>6</sup> <https://es.investing.com/indices/cac-40-nr-historical-data>

<sup>7</sup> <https://www.negocios.com/el-ftse-100-de-la-bolsa-de-londres-toca-los-8-000-puntos-por-primera-vez-en-su-historia/>

<sup>8</sup> <https://es.investing.com/indices/uk-100-historical-data>

<sup>9</sup> <https://es.investing.com/indices/us-spx-500>

total de la inversión en este índice no se ve reflejado en su totalidad ya que este no incluye ya reinversión de dividendos cuando calcula el rendimiento. En cualquier caso, su capitalización en el año 21 alcanzaba los 6,3B€, cifra equivalente prácticamente a la suma de los índices europeos analizados en este TFG.

El Dax alemán como hablan Kostas y Vasilios en su artículo "*The History and Evolution of the DAX 30*" (Andriosopoulos & Andriosopoulos 2016) fue fundado en 1988 y es el índice de referencia de la bolsa de Frankfurt. En este se concentran las 30 empresas más relevantes de Alemania en cuanto a volumen y capitalización de mercado. Ninguna empresa puede tener un peso mayor al 30% del índice. Está representado principalmente por las industrias automotriz y financiera. Desde los inicios este ha obtenido un rendimiento anual de en torno al 8,5%<sup>10</sup>, alcanzando una capitalización en 2021 de 1,8B€.

A continuación, explicamos los factores macroeconómicos que, junto a otros factores externos, más detalladamente investigaremos en este estudio.

Primero definimos qué son los factores macroeconómicos: son datos que representan las diversas condiciones económicas de un determinado país. Se pueden utilizar tanto para predecir situaciones futuras en los mercados financieros en función de las tendencias actuales como para analizar la economía y los acontecimientos actuales. Esta información también afecta las decisiones de los gobiernos, así como de las empresas y los particulares. Finalmente, dependiendo del horizonte temporal de los datos, existen dos tipos: indicadores avanzados, que se encargan de predecir hacia dónde irá la economía, e indicadores retrospectivos, que representan datos históricos del pasado.

La selección de los factores macroeconómicos la hemos realizado revisando literatura científica, en particular hemos seleccionado los siguientes factores:

-Inflación. Basándonos en los resultados de los papers "*Does inflation matter for stock prices? Evidence from the non-linear ARDL model in the G7 countries*" (Huang & Yang, 2007) y "*The Relationship between Inflation and Stock Market Returns*" (Ceylan, 2013).

-Tipos de Interés, tras la revisión de los documentos "*The relationship between interest rates and stock returns*" (Gjerde & Sættem, 1999) y "*Macroeconomic variables and the performance of the Dow-Jones industrial average*" (Wohar & Whitney, 1995).

-Tipo de Cambio, según las revisiones "*Does exchange rate matter for stock prices? A study on major G7 countries*" (Bhunia & Das, 2015) y "*Exchange rates and the stock market: Implications for European convergence*" (Gannon, 2004).

-Precio del petróleo, tras la lectura de "*Global economic activity and crude oil prices: A cointegration analysis*" (Chang et al, 2019) y "*The impact of oil price fluctuations on stock markets in developed and emerging economies*" (Naser & Ahmed, 2017).

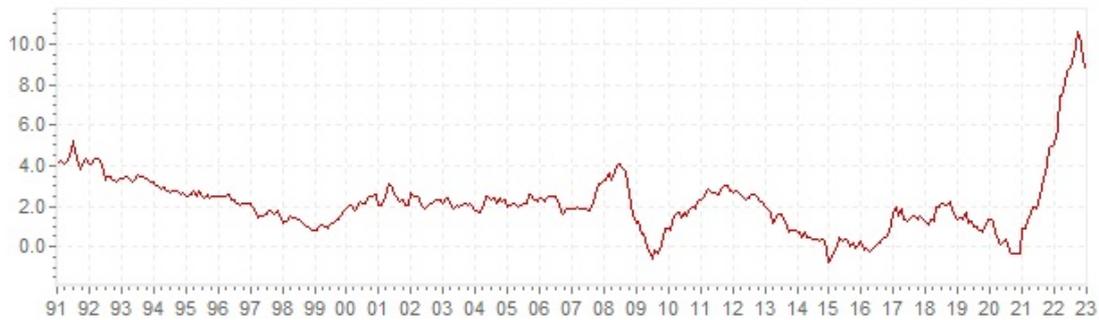
La inflación es un aumento gradual y permanente de los precios de los bienes y servicios de una economía a lo largo del tiempo, lo que reduce el poder adquisitivo del dinero.

---

<sup>10</sup> <https://es.investing.com/indices/cac-40-nr-historical-data>

Cuando el precio de los bienes y servicios aumenta, cada unidad de ingreso puede comprar menos bienes y servicios. La inflación puede ser causada por muchos factores, incluido un aumento en la demanda de bienes y servicios, un aumento en los costos de producción, una disminución en los ingresos o un aumento en el precio del petróleo u otros productos. La caída de los precios puede tener efectos negativos en la economía, como aumentar el costo de vida, reducir el poder adquisitivo, perturbar los mercados financieros y reducir el crecimiento económico.

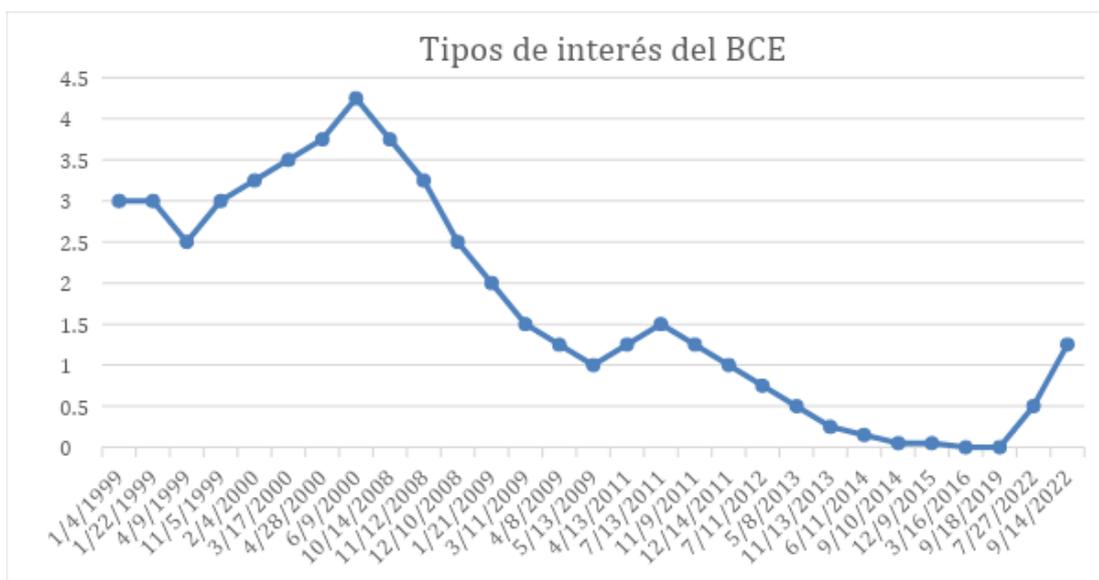
Figura 1: Inflación armonizada histórica en Europa



Fuente: <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/europa/inflacion-historica/ipca-inflacion-europa.aspx>

Los tipos de interés son el precio que se paga por el uso del dinero prestado, es decir, es el costo del dinero. Los tipos de interés son establecidos por los Bancos Centrales, que son las autoridades monetarias de cada país, y son utilizados como una herramienta de política monetaria para controlar la inflación, estimular el crecimiento económico y mantener la estabilidad financiera. Los Bancos Centrales utilizan la fijación de tipos, fundamentalmente para influir en el gasto y la inversión, controlar la inflación y mantener la estabilidad financiera.

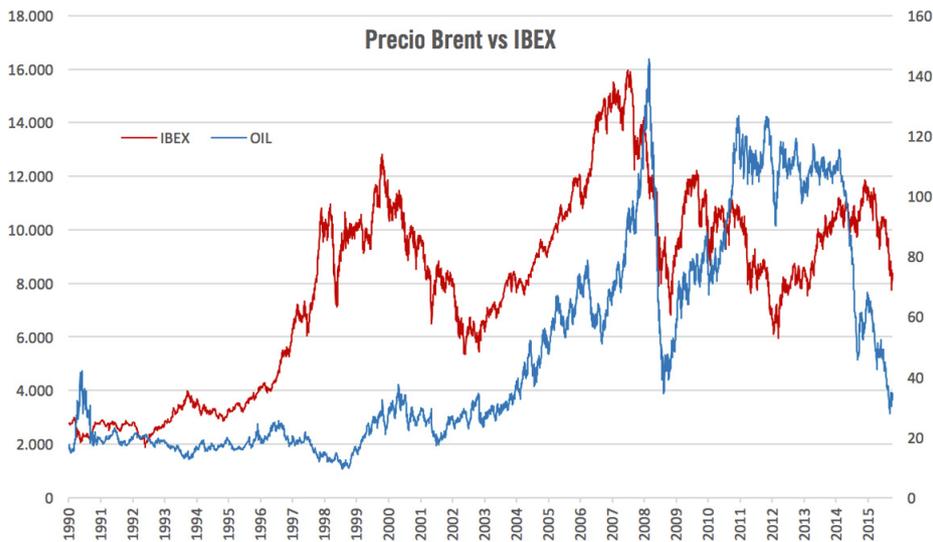
Figura 2: Tipos de Interés BCE



Fuente: <https://www.cajasietecontunegocio.com/>

El petróleo BRENT es petróleo crudo extraído en el Mar del Norte. El precio del petróleo Brent es un indicador del valor del petróleo crudo en el mercado mundial y se utiliza como estándar para evaluar el precio de otros tipos de petróleo crudo en el mundo. El precio del crudo Brent está controlado por la oferta y la demanda del mercado mundial y es un factor importante en la economía mundial, ya que afecta los precios de diversos bienes y servicios, incluidos los precios de la gasolina y otros combustibles.

Figura 3: Evolución precio BRENT versus IBEX



Fuente: <https://blog.iese.edu/>

El tipo de cambio euro/dólar es considerado uno de los más relevantes en el mercado de divisas debido al valor que tienen ambas monedas a nivel mundial, al ser el dólar y el euro la primera y segunda divisa respectivamente más predominantes en el mercado mundial. Cabe añadir que las fluctuaciones de este tipo de cambio pueden darse por diversas razones como pueden ser cambios en las tasas de interés por los bancos centrales, los eventos políticos y económicos tanto nacionales como internacionales, y las tendencias del mercado en general.

Figura 3: Tipo de Cambio dólar/Euro



Fuente: [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)

En conclusión, estos factores macroeconómicos son elementos importantes que influyen en el desempeño de los mercados financieros a nivel mundial. El análisis de estos factores es clave para entender la dinámica de los mercados y tomar decisiones de inversión informadas.

## RESULTADOS OBTENIDOS

1.1-Ha existido correlación entre el Ibex 35 y los siguientes índices: S&P 500, el Nikkei 225, El Dax, el FTSE 100 y el CAC 40 en los últimos 25 años

La correlación es una medida estadística que nos dice si existe una relación entre dos variables. Por lo tanto, según los informes financieros, si existe una relación positiva, significa que cuando un índice aumenta, el otro también aumenta y viceversa, si uno decrece el otro lo hará de igual manera. Y si, por el contrario, tienen una relación negativa, entonces con la disminución de un signo, el otro aumentará, es decir, se comportan de manera diferente.

En general, los índices bursátiles de los países tienden a estar correlacionados cuando sus economías tienden a estar correlacionadas, pero depende de los países y de las relaciones entre ellos. Cuando ocurre un evento importante en el mercado financiero, este puede afectar a otros mercados mundiales por la relación que puedan tener. Otra razón para esta interacción es que muchos de los índices bursátiles contienen las mismas empresas que cotizan en el mercado de valores, algunas empresas internacionales cotizan en múltiples mercados y sus resultados tocan los índices donde se encuentran. Los flujos financieros internacionales también influyen, lo que significa que cuando los inversores institucionales, como los fondos mutuos o las pensiones, mueven sus activos entre diferentes países, esto también puede verse reflejado en los índices bursátiles.

Vamos a empezar a investigar la correlación entre el IBEX 35 y el S&P 500:

En general, ambos índices tienden a estar correlacionados positivamente, lo que significa que cuando uno sube, el otro tiende a subir también, y cuando uno desciende, el otro tiende a descender también.

Como se explica en el paper *“Correlation analysis of stock market indices: Evidence from Spain and the United States”* (Bhar & Sethi, 1998). Durante los años 90, la correlación entre el IBEX 35 y el S&P 500 fue relativamente baja. Esto se debió en gran parte a que España estaba en un proceso de modernización económica y financiera, lo que provocó que el IBEX 35 fuera más sensible a los eventos y cambios internos que a los factores externos. Además, el mercado español en los años 90 era relativamente pequeño en comparación con otros mercados internacionales, como el estadounidense, por lo que las fluctuaciones en el S&P 500 tenían un impacto menor en el IBEX 35. Otro factor que influyó en la baja correlación entre ambos índices fue la diferencia en la composición de las empresas que los conformaban. El S&P 500 estaba compuesto principalmente por empresas tecnológicas y financieras, mientras que el IBEX 35 estaba más orientado a sectores tradicionales, como la construcción y la energía.

En el periodo 2000-2010, como se indica en el paper *“A Comparative Study of the Stock Market Performance: Evidence from the Spanish IBEX 35 and the American S&P 500”* (González-Velasco & López-Andión, 2010) hubo una correlación positiva muy significativa entre ambos mercados. Durante la crisis financiera mundial de 2008, ambos índices sufrieron una caída muy relevante, aunque el IBEX 35 se vio más afectado que el S&P 500. En los años siguientes, la correlación entre ambos índices se mantuvo relativamente alta, y ambos experimentaron un período de recuperación después de la crisis.

También hemos encontrado literatura sobre la correlación a partir del año 2010, como "*Dynamic conditional correlations between the US and the European stock markets: An empirical study*" (Dimitriou, et al, 2019), donde se analiza que la correlación entre el IBEX 35 y el S&P 500 fue más variable en ese periodo. Por ejemplo, en 2020, durante la pandemia de COVID-19, ambos índices experimentaron caídas significativas, pero la recuperación del S&P 500 fue más rápida que la del IBEX 35. Además, la presencia de empresas como Banco Santander, BBVA y Telefónica que son multinacionales españolas en ambos índices provoca que cualquier cambio en alguna de estas afecte de igual manera a ambos índices.

En general, ambos índices están relacionados positivamente, principalmente por la importancia que tiene la economía estadounidense a nivel mundial y como cambios en esta afectan directamente al resto del mundo.

Hemos también investigado la correlación entre el IBEX 35 y el Nikkei 225 japonés, en particular hemos seleccionado el documento "*A comparative study of financial contagion between two major European and Asian stock markets*" (Qamruzzaman & Hasan, 2018), donde acreditan que no presentan una correlación muy elevada, lo que significa que cambios en un índice generalmente no provocan cambios en el otro índice. Esto viene dado principalmente por la distinta exposición a la que se encuentran ambos, mientras el índice español tiene una mayor presencia de empresas del sector bancario energético, el índice japonés tiene mayor presencia de empresas tecnológicas y de manufactura.

Durante la década de los 90, esta fue relativamente baja por diversas razones. En primer lugar, por los distintos momentos económicos que atravesaban ambas economías. Mientras Japón lidiaba con una larga recesión, España se encontraba en un momento de crecimiento económico sostenido. Además, mientras España supera un momento de transición democrática sumado a una integración mayor en la Unión Europea, Japón intentaba salir de la crisis financiera en la que estaba sumergido además de intentar reestructurar el sector bancario. Adicionalmente, la no presencia de empresas japonesas en el índice español y viceversa incrementa esta baja correlación. Lo que provocó que la recuperación de Nikkei fuera más rápida. Durante la década de los años 2000 esta correlación se vio incrementada a causa de diversas razones como son la globalización de los mercados financieros que se experimentó durante esta década, lo que generó que cambios en un índice bursátil afectarían con mayor probabilidad a otros. La crisis de 2008 afectó mundialmente provocando una caída generalizada en todos los índices, sin embargo, esta fue mayor en el Ibex 35 siendo uno de los índices más afectados mundialmente a causa de la predominancia del sector financiero y de la construcción en el índice español. Esta correlación disminuye en mayor medida a lo largo de la década de 2010 a causa de los distintos factores económicos que atravesaron las dos economías. Mientras España estuvo afectada por la crisis de deuda europea, Japón sufrió la crisis del yen paralelamente a los problemas económicos chinos. Más recientemente, a causa de la crisis COVID que afectó mundialmente esta correlación se vio incrementada causada por el confinamiento global y la paralización de la economía mundial, ya que todos los países se vieron afectados por la misma crisis tanto de salud como económica. Más recientemente ha llegado incluso a ser negativa, moviéndose los índices en direcciones opuestas.

En general esta correlación ha sido muy leve y cambiante en función de los sucesos económicos a nivel minimalismo, viéndose incrementada esta relación en los periodos de crisis y siendo muy baja durante los demás periodos.

Continuaremos, basándonos fundamentalmente en la investigación "*The relationship between Spanish and German stock markets: A wavelet analysis*" (Morales&Pérez-Sánchez, 2016) con la relación entre el IBEX 35 y el DAX: Dos índices que con el tiempo han estado positivamente correlacionados, por lo que cambios en un índice se ve reflejado en cambios en el otro índice y viceversa, sin embargo, esta correlación ha sido creciente con el paso de los años.

En la década de 1990, la relación entre los índices se mantuvo débil como consecuencia a las diferencias políticas y económicas entre los países. Mientras que la subida del Ibex 35 estuvo impulsada por el crecimiento de la economía española, la subida del DAX fue resultado directo de la reunificación alemana. A fines de la década, y debido a las crisis tanto asiática como rusa, esta relación se vio fortalecida por el impacto de ambas crisis en la economía mundial. En la década de 2000, la relación creció significativamente y se describió como fuerte. Durante este periodo, la economía europea comenzó a reunirse e integrarse, lo que incrementó la relación entre los países del mercado financiero. Recalcar lo mencionado anteriormente, la crisis financiera de 2008, que afectó a la economía nacional, así como a ambos índices. La década de 2010 comenzó con la crisis del euro afectando a toda Europa y provocando caídas tanto en el ibex35 como en el CAC 40 manteniendo fuerte la correlación entre ambos países. Esta fortaleza entre ambos índices se ha mantenido durante el resto de la década gracias a la integración económica con Europa apoyada por ambos países y las políticas de la Eurozona, así como la moneda del euro la cual pseen ambos países. La crisis del COVID, como relatamos anteriormente que afectó al mundo, provocó una notable caída en ambos índices, sin embargo, la recuperación de la economía española llegó más tarde que en Alemania.

Por lo tanto, podríamos concluir que ambos países mantienen una correlación positiva fuerte causada por los denominadores comunes que tienen como son la moneda, la pertenencia a la Unión Europea y la relaciones políticas y económicas que mantienen ambos países.

Cómo analizado en el estudio "*Dynamic Correlation Analysis of International Stock Markets: Evidence from the Ibex 35 and the FTSE 100*" (Li & Su, 2019); el Ibex 35 y el FTSE 100 han mantenido una correlación positiva durante estos años. Sin embargo, esta ha sido variable en función de los acontecimientos tanto económicos como políticos que han ido ocurriendo.

En la década de 1990, la correlación entre los índices fue leve. En primer lugar, la constitución del IBEX 35 en 1992 supuso su entrada en los mercados internacionales más tardía, mientras que Inglaterra ya contaba con presencia en estos mercados, por lo que los índices dependían de diferentes factores. Sin embargo, durante la década esta correlación se vio aumentada como consecuencia tanto de la crisis mexicana como de la asiática las cuales tuvieron una repercusión a nivel mundial afectando negativamente a los índices de ambos países. Sin embargo, esto cambió durante la década de los 2000 como consecuencia de la integración de España y el Reino Unido en la Unión Europea, una comunidad política causante de eliminar barreras entre los países europeos incrementando y facilitando la relación entre los mercados financieros europeos. En los inicios Reino Unido fue uno de los destinos donde mayor inversión española fue a parar, destacando

los sectores tanto de banca como financieros, esto provocó que variaciones en empresas del Reino Unido donde hubiera inversión española afectarían directamente a ambos índices. La crisis del 2008 mantuvo esta correlación afectando a ambos países de manera muy similar con grandes caídas en los índices. Sin embargo, sería el FTSE 1000 el que tardaría menor tiempo en recuperarse gracias a una mayor diversificación mundial del índice, razón que lastró a España en su recuperación al poseer mayoritariamente empresas españolas, causante de que en los inicios de la década de 2010 la correlación disminuyese y el IBEX 35 tuviera una recuperación más lenta de la crisis. Sin embargo, la cooperación económica entre Inglaterra y España debido al intercambio de bienes y servicios llevaron a un incremento de la relación. Relación que en el 2020 se vería nuevamente reducida a causa del Brexit, donde el Reino Unido tomó la decisión de salirse de la Unión Europea. Sin embargo, como con todos los índices mundiales, ese mismo año la economía mundial fue sacudida a causa de la crisis del covid haciendo caer todos los índices mundiales, provocando un incremento en la correlación de estos.

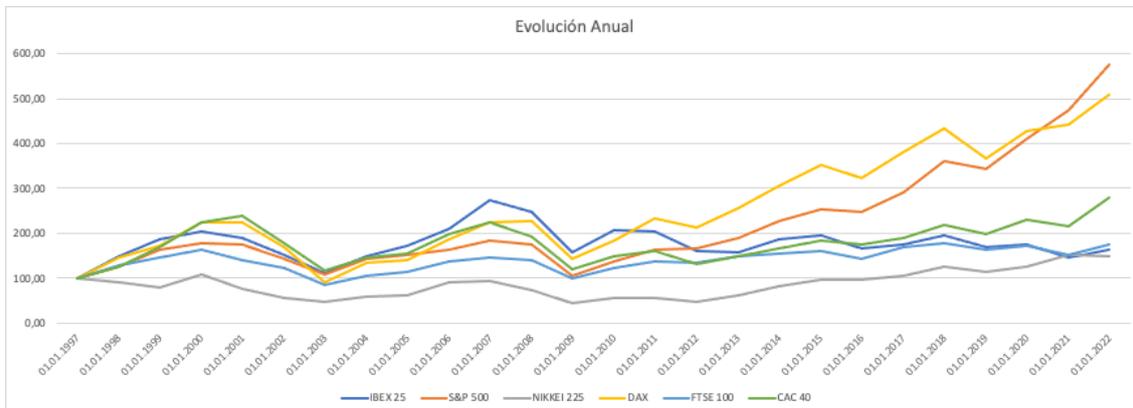
Por tanto, podremos decir que si que ha existido correlación entre ambos índices, aunque variable durante el paso de los años, agravada principalmente en periodos de crisis, durante la pertenencia de ambos países a la Unión Europea y en acontecimientos económicos a nivel mundial.

Hemos encontrado menos literatura que profundice en la relación entre el Ibx 35 y el CAC 40, mencionaremos el estudio de *“The dynamics of volatility transmission and information flow between stock markets: The case of the Iberian Peninsula”* (Pardo-Fernández & Fernández-Rodríguez, 2015), de donde concluimos que han tendido moverse en la misma dirección durante estos últimos 25 años, lo que significa que han tenido una correlación positiva.

En la década de 1990 la correlación no sería tan fuerte como en las décadas siguientes, la liberalización del comercio en Europa, la eliminación de las barreras comerciales y la facilitación del comercio fortalecieron las relaciones entre países, especialmente entre miembros de la Unión Europea. Además, el proceso de integración europeo que tuvo lugar a finales de la década afectó de manera positiva a los índices. En la década del 2000, la integración de los mercados como consecuencia de la globalización financiera, la integración en la zona euro tanto financiera como económica que provocó un incremento de la interdependencia entre países gracias a la introducción del euro como moneda común en la Unión Europea facilitando el comercio y las inversión entre países y la crisis de 2008 explicada anteriormente, afectó a la economía mundial provocando una caída generalizada de los índices bursátiles hicieron incrementar esta correlación. Durante la década de 2010 los países europeos se vieron afectados por la crisis del euro causada por la deuda soberana, afectando negativamente a ambos índices. Sin embargo, las diferentes composiciones de ambos índices reducen en cierta medida esta correlación causada por la poca presencia de empresas internacionales en los índices, estando presentes prácticamente en su totalidad por empresas nacionales, en consecuencia, cambios en las economías locales no se refleja en cambios en el otro índice.

Por último y como viene ocurriendo de manera generalizada, la crisis covid, una crisis de salud que provocó una crisis económica a nivel mundial provocó la caída de todos los índices mundiales incluyendo el IBEX 35 y el CAC 40. Sin embargo, el CAC 40 fue capaz de recuperar mayor y más rápidamente de esta crisis.

- **1.2-** Qué factores han influenciado en cambios relevantes de tendencias simultáneos en esos índices entre el 97 y 2022 y si los siguientes factores macroeconómicos: La inflación, los tipos de interés, el precio del barril BRENT, tipo de cambio Euro/Dólar, han sido parte de ellos.



Fuente: Elaboración Propia

En la figura superior se encuentra representada una evolución anual de los 6 índices explicados en la introducción desde 1997 hasta 2022. Vamos a analizar tendencias similares o dispares entre los índices durante horizontes temporales, y una vez identificados, investigar si existe alguna razón macroeconómica, que afecte en esas tendencias. Adicionalmente, en particular si alguna de esas razones son las analizadas en este TFG.

Es importante resaltar que los mercados son muy complejos, y estos están a su vez influenciados por muchos factores, por lo que, como dicen Antonio Alfonso y Peddro Neves en su paper “*Political uncertainty and stock market volatility*” (Alfonso & Neves,2016) aunque se identifique causa principal que haya podido influenciar la actuación de estos, puede haber más causas económicas que también hayan afectado y hayan provocado fluctuaciones en los índices en una u otra dirección.

### **Periodo 1997-2000:**

Durante ese periodo se aprecia en la gráfica una subida de todos los índices de manera muy similar, con excepción del Nikkei.

Son varios los factores económicos que ocurrieron durante esos años. Durante los 90 el principal motor de crecimiento mundial fue Estados Unidos. El crecimiento que se produjo de forma sostenida durante toda la década. Revisando literatura económica como el paper “*Productivity and American Leadership: The Long View*” (Jorgenson, D. W., & Stiroh, K. J.;2000) o “*The Role of Technology in the U.S. Productivity Revival*” (Fernald, J.;1999), podemos concluir que los principales factores que lo ocasionaron fueron:

1. La expansión de la tecnología de la información y las comunicaciones: con innovaciones como la aparición de internet, el comercio electrónico y la tecnología inalámbrica entre otros, que aumentaron la productividad y la eficiencia, y permitieron a las empresas estadounidenses competir mejor en los mercados globales.
2. Las políticas económicas; como la Ley de Equilibrio Presupuestario, la reducción de impuestos o la reforma regulatoria, que favorecieron la inversión y el crecimiento económico.

3. La globalización; La creciente integración de los mercados mundiales de bienes, servicios y capital abrió nuevas oportunidades para las empresas estadounidenses en el extranjero, lo que llevó a un aumento de las exportaciones.
4. La demografía; con un aumento en la población y la fuerza laboral de EE. UU. La entrada de la generación del "baby boom" en la edad adulta y el aumento de la inmigración contribuyeron a un mayor consumo, inversión y producción en la economía.

Este crecimiento tuvo un impacto significativo en Europa, como también hemos visto en literatura académica, donde hemos seleccionado para nuestras conclusiones "*The economic impact of the United States on Europe: How much do we know?*" (Gács, J., & Wyplosz, C.;1997) e "*International business cycles and the ERM: Is there a European business cycle?*" (Artis, M. J., & Zhang, W.;2001). En base a ellos podemos concluir que el crecimiento económico de Estados Unidos contribuyó al aumento del comercio y la inversión entre EE. UU. y Europa, aunque los efectos variaron de un país a otro y por tanto a sus respectivos índices bursátiles. Por ejemplo, la demanda de bienes y servicios de Europa, lo que llevó a un aumento de las exportaciones europeas a Estados Unidos. Esto benefició especialmente a países con economías exportadoras, como Alemania y el Reino Unido.

La política monetaria de EE. UU. también tuvo un gran impacto en la economía europea, particularmente al aumentar las tasas de interés en la década de 1990. El aumento de los tipos de interés en Estados Unidos provocó el fortalecimiento del dólar americano, lo que afectó a las ventas europeas, aumentando y mejorando su competitividad frente a otras empresas europeas también presentes en el mercado mundial.

Por tanto, concluimos que la bonanza económica americana influyó en la economía europea y afectó al crecimiento de sus índices bursátiles en ese periodo de forma correlacionada.

También hemos revisado literatura académica para analizar lo que ocurrió en ese periodo en los factores macroeconómicos seleccionados y su posible impacto en los índices bursátiles, como "*The Impact of Economic Factors on the U.S. Stock Market*" (Li, W., & Li, J.;2017) y "*Monetary policy and stock market booms*", (Bernanke, B. S., & Gertler, M.;2001).

- En el caso de la inflación, esta fue baja y estable en el mercado americano, lo que contribuyó al alza de su índice bursátil. Esta situación se produjo en Europa, destacando Alemania y Francia con la inflación más baja de su entorno, siendo también inferior a la americana y por tanto destacándose su subida y correlación en los índices bursátiles. Los datos de inflación aun siendo positivos no fueron tan bajos en Inglaterra, lo que ocasionó que, aunque con impacto positivo en sus índices bursátiles, no tuviera el mismo impulso que el del resto de países europeos.
- En lo relativo al precio del petróleo, tuvo bastante volatilidad, con fuertes subidas en el 97, caídas en el 98 y de nuevo subidas en el 99, con lo cual es difícil sacar conclusiones de tendencia en los índices.
- Los tipos de interés se mantuvieron relativamente altos tanto por parte de la Reserva Federal como por parte del Banco Central Europeo, con el principal

objetivo de controlar la inflación, que como mencionado tuvo un impacto positivo en los índices.

- En cuanto al tipo de cambio, el dólar estuvo muy fuerte en comparación con el euro en ese periodo, lo cual como comentado fortaleció las exportaciones europeas a estados unidos, favoreciendo los índices bursátiles con compañías que desarrollaron actividad exportadora en mercado americano, que fueron también Alemania y Francia, por encima de Inglaterra y España, lo que se observa también en la evolución de los índices, EEUU siendo ese motor económico, era penalizado en las exportaciones, por tanto sus índices subieron, pero en menor porcentaje que los países que se aprovecharon de ella como gran consumidor, como mencionado.

Y mientras tanto qué ocurrió en Japón, donde el índice no tuvo correlación con el resto. Como describe muy bien el paper "*Japan's Financial Crisis and Economic Stagnation*" (Rogoff, K. S. 1999) en ese periodo el Nikkei empieza a caer a diferencia de los demás índices. Las razones fueron varias: En primer lugar, la burbuja económica de Japón, tras un largo periodo de crecimiento, el valor de los activos y de la bolsa de valores estuvo sobrevalorado, lo que desencadenó en una burbuja económica. Esta estalló a principios de 1990 y se prolongó durante toda la década. Además, durante esta década la población de Japón se vio envejecida notablemente, lo que conlleva a una bajada en la demanda de bienes y servicios, esto afectó a las empresas japonesas que lo vieron reflejado en una caída en sus ingresos y beneficios. Todo esto sumado a la crisis financiera que sufrió Asia en 1997, donde Japón se vio fuertemente afectado, haciendo entrar al país en una recesión. A lo mencionado anteriormente añadir la falta de reformas económicas estructurales, a pesar de los intentos del gobierno japonés por revitalizar la economía, como por ejemplo la reducción de las tasas de interés, la falta de estas reformas hizo imposible la recuperación económica de lo que se resintió su índice.

En lo que se refiere a los impactos de los factores macro, observamos que, a pesar de la baja inflación, no se produjo un impacto positivo en los índices bursátiles, pesando más el resto de los factores comentados que estos aislados. El Banco central japonés, al contrario que el americano y europeo, tuvo una política monetaria de tipos bajos para intentar relanzar la economía, pero esto tampoco tuvo éxito e impacto en su índice. En lo relativo a la política monetaria el yen se había fortalecido significativamente en relación con el dólar, lo que tuvo un efecto negativo en la economía japonesa, que dependía en gran medida de las exportaciones, esto se ve reflejado en su índice bursátil. Por último, la subida del precio del petróleo en el 97, siendo Japón un importador neto de petróleo y con la situación económica en aquel momento tan complicada, complico aun mas cualquier atisbo de recuperación.

## Período 2000-2003:

Figura 5: The economist cover Q3 2001



Fuente: <https://www.economist.com/>

En ese periodo se aprecia una caída acentuada de todos los índices. Durante este periodo, hubo una serie de sucesos importantes a nivel mundial que afectaron a las bolsas, como resaltado en literatura académica, en particular en los papers “*The dot-com bubble, the Bush deficits, and the U.S. current account*” (Roubini & Setser, 2004) y “*From the new economy to the war economy: US hegemony and the new global capitalism*” (Robinson, 2004). Por un lado, el pinchazo de la burbuja de las dot.com: A finales de la década de 1990, la fiebre por las empresas tecnológicas y de Internet había alcanzado su punto máximo, lo que llevó a una burbuja especulativa. A medida que la burbuja estalló en el año 2000, los inversores perdieron confianza en el mercado y comenzaron a vender acciones, lo que llevó a una caída en los precios de las acciones. Adicionalmente, la desaceleración económica norteamericana de 2001, que afectó a todo el mundo. La recesión se debió en gran medida a la disminución de la inversión empresarial y a la caída de la demanda de los consumidores. Además, el trágico ataque terrorista a las torres gemelas de New York, los denominados ataques del 11S, tuvieron un impacto significativo en los índices bursátiles, ya que los inversores temían que el ataque afectará negativamente a la economía mundial. Por último, algunos escándalos corporativos que sacudieron en esa época, como el de Enron y WorldCom, también sacudieron la confianza de los inversores en el mercado de valores.

Se revisan los indicadores concretos del TFG en ese periodo

- En el caso de la inflación, no hemos identificado fuera un factor que influyera en ese periodo, tampoco el precio de petróleo, que, aunque sufrió subidas tras el 11S, corrigió en un periodo breve de tiempo en 2002.

Sin embargo, los dos factores que sí que afectaron en ese periodo como acreditamos en literatura académica, resaltando el paper “*The impact of US macroeconomic announcements on the euro interest rate*” de (Fidrmuc & Horvath,2008) fueron:

- Las elevadas subidas de tipos de interés realizadas por la Reserva Federal, si parece tuvieron un impacto negativo en los índices. Esta subida también ocurrió en Europa, aunque menos acentuada.
- El tipo de cambio euro/dólar experimentó fluctuaciones significativas, con una fuerte apreciación del euro, que, en julio de 2001, alcanzó su máximo histórico en aquella época de 0,96 euros por dólar. La apreciación del euro frente al dólar durante este periodo tuvo un efecto negativo en los índices bursátiles europeos, en particular en las economías más exportadoras al mercado americano, como la alemana y la francesa que tuvieron caídas más relevantes que el resto de los índices europeos.

### **Periodo 2003-2008**

Durante este periodo hubo un incremento sostenido de los índices bursátiles, las principales razones encontradas en literatura académica, como reflejado en los papers “*Globalization and economic growth: Empirical evidence on the role of complementarities*” (Alfaro et al, 2008) y “*The rise and fall of finance and the end of the society of organizations*” (Castells, 2009), fueron:

- El crecimiento económico global: Después de la desaceleración económica previa, la economía global comenzó a recuperarse y expandirse, lo que se tradujo en un mayor crecimiento empresarial y en un aumento de los beneficios de las empresas.
- La estabilidad política y geopolítica: Aunque hubo algunas crisis políticas y de seguridad importantes en diferentes partes del mundo durante este período, en general, hubo una relativa estabilidad política y geopolítica, lo que redujo la incertidumbre y la volatilidad en los mercados.
- El aumento de la globalización y del comercio internacional: La creciente interdependencia económica y financiera entre los países permitió a las empresas expandir y diversificar sus mercados, lo que impulsó su crecimiento y rentabilidad.
- La innovación tecnológica: La revolución de la tecnología y concretamente la de la información, ayudó a las empresas ser más eficientes y rentables, lo que hizo que aumentara el valor de estas en el mercado de valores.

Y a destacar de lo reseñado en la literatura, uno de los índices macro fue bajo durante esta época, los tipos de interés: La Reserva Federal de los Estados Unidos y otros bancos

centrales mantuvieron los tipos de interés bajos durante un período prolongado, esto redujo los costos de endeudamiento de las empresas y aumentó el atractivo de las acciones para los inversores.

En cuanto al resto de factores macro analizados en el TFG, otro de los factores que contribuyó al crecimiento de los índices fue la moderación y estabilidad de la inflación durante ese periodo. En Estados Unidos fue relativamente baja y estable, con una tasa promedio anual del 2,5%. En la Unión Europea fue algo más variable, pero en general, se mantuvo por debajo del objetivo del BCE del 2%. El precio del petróleo subió de los 30 a los 70 dólares, por el mayor consumo, pero esto no impactó en los índices. Y en lo referente al tipo de cambio, el euro se cotizaba a alrededor de 1,05 dólares, y aumentó notablemente en ese periodo, lo cual contribuyó al aumento de los índices bursátiles. La fortaleza del euro significaba que las empresas europeas que exportan a los Estados Unidos podían vender sus productos a precios más altos en dólares, lo que aumentaba sus ingresos y ganancias, lo cual aumentó la confianza de los inversores en las empresas europeas y tuvo su reflejo en los índices bursátiles. Adicionalmente los inversores extranjeros podrían obtener mayores ganancias si invertía en acciones europeas, lo que aumentó la demanda de acciones europeas y contribuyó también al aumento de los índices bursátiles.

## Periodo 2008-2009

Figura 6: The times cover Q3 2008



Fuente: [www.thetimes.co.uk](http://www.thetimes.co.uk)

En 2008 ocurrió una de las peores caídas bursátiles de la historia, originándose en Estados Unidos, la crisis financiera se expandió mundialmente. Esta crisis fue consecuencia de una serie de factores como bien explicados en los papers “*The Global Financial Crisis: Causes, Consequences and Countermeasures*” (Claessens et al, 2013) y “*The Causes of the Financial Crisis*” (Farmer, 2012):

En primer lugar, la burbuja inmobiliaria de los Estados Unidos. Durante la década de los 2000, el mercado de bienes en Estados Unidos estaba en auge, mucha gente pidió préstamos para adquirir casas y propiedades. El problema vino cuando gran parte de estos préstamos fueron dados a gente con dificultades económicas que no eran capaz esos préstamos. Cuando el precio de las casas comenzó a caer, estas personas perdieron sus hogares y aquí comenzó el problema con los bancos. En segundo lugar, la crisis del mercado hipotecario de alto riesgo, muchos bancos y compañías habían creado unos productos financieros que eran bonos hipotecarios, había de dos tipos, respaldados por activos, y respaldados por deudas. Estos bonos permitieron a inversores apostar por el mercado inmobiliario de los Estados Unidos. Cuando estos préstamos hipotecarios empezaron a incumplirse, los bancos y compañías que habían invertido en estos productos tuvieron grandes pérdidas. Por último, la quiebra de Lehman Brothers, el banco de inversión estadounidense tuvo que declararse en quiebra, esto llevó al colapso de los mercados financieros globales, ya que muchos bancos y entidades tenían inversiones en Lehman Brothers y esto llevó a una cadena que terminó en crisis económica.

Por todas estas razones mencionadas anteriormente, la combinación de esos factores resultó en una gran crisis económica a nivel mundial, ya que afectaron a los mercados financieros globales y provocó una caída generalizada en los índices bursátiles en todo el mundo.

Hubo un lugar donde el impacto no fue tan alto, como se ve en la evolución de su índice, Japón. Los principales motivos como se indica en *“The Resilience of Japan's Banking System During the Global Financial Crisis: Evidence from the Credit Default Swap Market”* (Hirao & Watanabe,2010), fueron su limitada al mercado hipotecario subprime y la también dependencia limitada de sus bancos en el mercado interbancario, lo que los hizo menos vulnerables a los problemas de liquidez que surgieron durante la crisis. También las recientes reformas para fortalecer su sistema financiero y económico, debido a la crisis de la que venían. Por último, las medidas de su Banco Central para devaluar el yen y con ello beneficiar a las empresas japonesas muy dependientes de las exportaciones con la consecuente mejora de su competitividad.

Se revisan los indicadores concretos del TFG en ese periodo, en este caso, como también se observa en la literatura mencionada, fue más bien la crisis la que afectó a los indicadores y ocasionó cambios relevantes en alguno de ellos, a que fueran movimientos en los indicadores los que impactaron en los índices.

- La crisis tuvo un impacto significativo en el tipo de cambio euro/dólar. Durante los primeros meses de la crisis, el dólar se apreció frente al euro, en parte debido a que los inversores buscaban refugio en activos denominados en dólares, como los bonos del Tesoro americanos. Además, la Reserva Federal de los Estados Unidos redujo los tipos de interés a niveles cercanos a cero, mientras que el Banco Central Europeo mantuvo las tasas de interés relativamente altas. Esto hizo que el dólar fuera más atractivo para los inversores, ya que podían obtener un mayor rendimiento invirtiendo en activos denominados en dólares. Sin embargo, a medida que la crisis se intensificó y se extendió a la economía real, el euro se fortaleció frente al dólar. Esto se debió en parte a que la crisis financiera comenzó en los Estados Unidos y afectó más directamente a la economía estadounidense que a la economía europea. Además, el BCE adoptó medidas de estímulo similares a las de la Reserva Federal, lo que redujo la brecha de tipos de interés entre los Estados Unidos y la eurozona. A medida que la crisis se extendió a Europa, el euro se debilitó.
- No se apreciaron cambios significativos en la inflación.
- En lo relativo a los precios del petróleo sufrieron caídas bruscas en ese año. La caída comenzó en julio de 2008, cuando el precio del petróleo crudo Brent alcanzó su máximo histórico hasta ese momento, de alrededor de 147 dólares por barril. Sin embargo, a medida que la crisis financiera se intensificó, disminuyó la demanda energética por la desaceleración, el precio del petróleo comenzó a disminuir y cayó a alrededor de 30 dólares por barril en diciembre de 2008.

## Periodo 2009-2020

En el 2009, todos los índices comenzaron su recuperación, tras la aguda crisis del año previo.

Tanto los gobiernos como los bancos centrales de todo el mundo implementaron unas políticas monetarias y fiscales expansivas con el objeto primero de estabilizar los mercados financieros y a continuación intentar estimular la economía. Las más destacadas fueron el incremento del gasto público, la aportación de gran liquidez a los mercados y en referencia a uno de los factores analizados, la reducción de las tasas de interés.

Estas medidas contribuyeron a la recuperación de la economía, y poco a poco a recuperar la confianza de los inversores para volver a invertir en los mercados. Durante ese periodo se asistió a un incremento de fusiones y adquisiciones, afrontando una economía más global, especialmente en los sectores tecnológicos y de salud. Se asistió también a un despegue de consumo de economías emergentes como China, India o Brasil, incrementando la demanda global de bienes de consumo y materias primas.

Todo ello contribuyó a la recuperación de la economía, generó mayores beneficios empresariales, las empresas empezaron a incrementar sus beneficios y rentabilidad, lo que también afectó de manera positiva a los mercados.

Asimismo, hubo un esfuerzo coordinado en instaurar nuevas medidas reguladoras, los gobiernos se centraron en fortalecer el sistema financiero para reducir el riesgo de futuras crisis, es decir a aprender la lección. Esto también dio una mayor estabilidad financiera y una mayor confianza en los mercados.

Crecieron especialmente en ese periodo el S&P500, más de un 300% y el DAX alemán con un incremento superior al 200%, como se aprecia en la Figura 1.

Como principales razones estuvo la mayor exposición a los sectores tecnológico y financiero. Esos fueron los años del gran despliegue bursátil de empresas como Apple, Google, Amazon y Microsoft que elevaron a cotas muy elevadas al S&P 500. Mientras el DAX, como se explica en el paper *“The Role of the Financial Sector in the US and German Economies and Implications for Growth”* (Henry & Schmieder, 2014) con una sólida presencia de empresas financieras como Allianz, desarrollaron también un crecimiento superior a otros índices europeos. Los inversores internacionales consideraron a Estados Unidos y Alemania como economías sólidas y estables con políticas económicas claras y predecibles, lo que aumentó la demanda de sus acciones.

Por otro lado, el índice japonés no evidenció la misma tendencia, en 2011 Japón, sufrió un cambio de tendencia, hubo un terremoto de magnitud 9,0 seguido de un gran tsunami que causó daños tanto personales como económicos muy significativos en el país. Esta catástrofe afectó, entre otras, a la industria automotriz japonesa, la cual es un importante exportador mundial, lo que provocó que el índice japonés cayera severamente, tardase casi un año en recuperar el nivel previo y a partir de ahí no alcanzó el ritmo de crecimiento del resto de índices.

Figura 7: The economist cover Q1 2011



Fuente: [www.economist.com](http://www.economist.com)

A nivel macroeconómico, ya se ha mencionado el gran impacto que tuvo en los índices la bajada de los tipos de interés y la estabilidad de la inflación en ratios muy bajos durante todo ese periodo. En lo referente al tipo de cambio euro/dólar, tuvo muchas oscilaciones en ese periodo con lo que no se observa un impacto significativo debido a ello en la evolución de los índices bursátiles. Algo similar observamos en la tendencia del precio del petróleo, aunque tuvo una fase ascendente alcanzado picos entorno a 2014, superando los 110\$ por barril, descendiendo a partir de ese momento hasta el entorno de los 70\$ en 2019 y eso pudiera llevarnos a pensar que esos precios altos impactaron en que el crecimiento de los índices en esa parte del periodo fuera más moderada que a partir de 2014, no hemos encontrado literatura académica al respecto que lo acredite.

Período 2020-2022

Figura 8: The economist cover Q1 2020



Fuente: [www.economist.com](http://www.economist.com)

El 11 de marzo de 2020 la OMS declara el estado de pandemia, países como España, Italia, Francia o Reino Unido declararon de inmediato el confinamiento total de la población en sus hogares. Sin embargo, Estados Unidos, Alemania o Japón no llegaron a esos límites ni a esas medidas tan restrictivas, en algunos casos incluso variando de estado a estado o de prefectura en prefectura. Es interesante observar que las tendencias bursátiles son homogéneas entre los países que realizaron un confinamiento total e indican índices menores de crecimiento (a pesar de la bajada inicial en el anuncio y primeros meses de la crisis) que aquellos que no lo hicieron.

Como recoge diversa literatura académica, donde destacamos el paper “*The Impact of COVID-19 on the US Stock Market: Evidence from High-Frequency Data*” (Chen & Chen, 2021), aunque los índices sufrieron caídas significativas, estas fueron durante muy poco tiempo, a partir de abril de 2020, los mercados comenzaron a recuperarse y se produjo un repunte en los precios de las acciones. La recuperación del mercado se debió en parte a la política de estímulos y la intervención de los bancos centrales de todo el mundo, que redujeron las tasas de interés y lanzaron programas de compra de bonos para mantener la liquidez del mercado. A esto se unió el optimismo en torno a la recuperación económica global y el despliegue de vacunas contra el COVID. Sin embargo, esa recuperación fue muy desigual por sectores, y dependiendo del peso de estos en cada índice, tuvo consecuencias diferentes en los mismos. Por ejemplo, algunos sectores como el turismo, la hostelería, los eventos en vivo y la industria de la aviación, tuvieron gran impacto debido a las restricciones impuestas por la pandemia y a la disminución de la demanda de los consumidores.

Al contrario que ellas, la pandemia ha acelerado la adopción de la tecnología y el comercio electrónico, lo que ha beneficiado a muchas empresas de tecnología y de comercio online. También ha sido muy positivo el efecto para aquellas compañías que se especializan en la salud y la biotecnología debido a la necesidad de desarrollar tratamientos y vacunas para el COVID-19. Los índices norteamericano y alemán por su concentración de empresas con estos perfiles han tenido un especial crecimiento durante todo el año 21, respecto al resto de índices.

En relación con los factores macroeconómicos analizados más particularmente, la inflación a pesar de empezar a subir en el año 2021, no podemos acreditar que tuviera impacto claro en alguna tendencia en los índices, lo mismo en relación con los precios del petróleo. Sin embargo, el tipo de cambio si que ha tenido influencias, la debilidad del dólar ha impulsado el valor del S&P500 en este periodo de tiempo y también ha contribuido positivamente a la subida de índices el mantenimiento de tipos bajos e incluso negativos, como en Europa, durante ese periodo de tiempo.

## **CONCLUSIONES**

Como principales conclusiones de esta investigación, hemos encontrado una importante correlación del Ibex 35 con el índice francés, pero no tan acreditadas con el resto de los índices. Aunque hemos identificado tendencias genéricas en la misma dirección con el índice británico, alemán y norteamericano, en las distintas fases temporales los ritmos de crecimiento o disminución no han tenido una correlación fuerte. Más débil aún ha sido su correlación con el índice japonés.

Respecto a las razones que han impactado los cambios de tendencia en los índices bursátiles de forma simultánea, con especial atención a los factores macroeconómicos preseleccionados: Inflación, tipo de cambio, tipos de interés y precio del petróleo. Tras la lectura académica revisada, podemos concluir que el tipo de eventos que ha marcado los cambios de tendencia simultáneos han sido situaciones muy excepcionales, desde ataques terroristas, grandes crisis de entidades o sistemas financieros, eventos extraordinarios de naturaleza sanitaria o desastres naturales. Este tipo de impactos si generan un impacto directo simultáneo en la mayoría de los índices.

Las causas macroeconómicas tienen un ámbito geográfico más limitado, a pesar de la interconexión global, han influenciado en ciertas tendencias, pero con diversos pesos e intensidad en unos y otros índices. Por ello han generado tendencias, pero la correlación entre ellas no siempre ha sido muy fuerte por el diverso perfil de compañías y sectores a los que pertenecen que tiene cada índice.

Tras la revisión podemos también concluir que los factores macroeconómicos identificados, salvo situaciones excepcionales, en general han sido más bien soluciones de gobiernos y entidades centrales para corregir tendencias, más que causas que generan en su origen esas tendencias.

## **SEGUNDA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

### **MARCO TEÓRICO**

La utilización de tecnologías en el ámbito financiero se podría decir que hoy en día son imprescindibles. En particular el Big Data, objeto de la segunda pregunta de investigación, es una herramienta clave en el mapa de esas nuevas tecnologías.

Las técnicas de Big Data son de gran ayuda en el sector financiero en su conjunto. Al analizar grandes cantidades de datos, patrones de comportamiento y tendencias en los diversos parámetros financieros, se obtiene una información valiosa que reduce el nivel de incertidumbre y por tanto de riesgo, algo esencial en este sector. Especialmente gracias a otras de las características diferenciales del Big Data, que lo realiza en tiempo real.

Si mencionamos el mundo de la Inversión, el Big Data puede ayudar a los inversores a identificar oportunidades de inversión que no serían evidentes de otra manera, gestionar mejor el riesgo al proporcionar información sobre la volatilidad del mercado y la correlación entre diferentes activos. El Big Data también se puede utilizar para mejorar el rendimiento de los sistemas financieros, como la gestión de carteras y el comercio de valores. Esta tecnología le permite identificar rápidamente las oportunidades comerciales y las ineficiencias del mercado, lo que puede generar mayores ganancias. Es muy importante que los asesores financieros analicen las carteras de inversión de los clientes y creen carteras personalizadas en función de sus objetivos y riesgos.

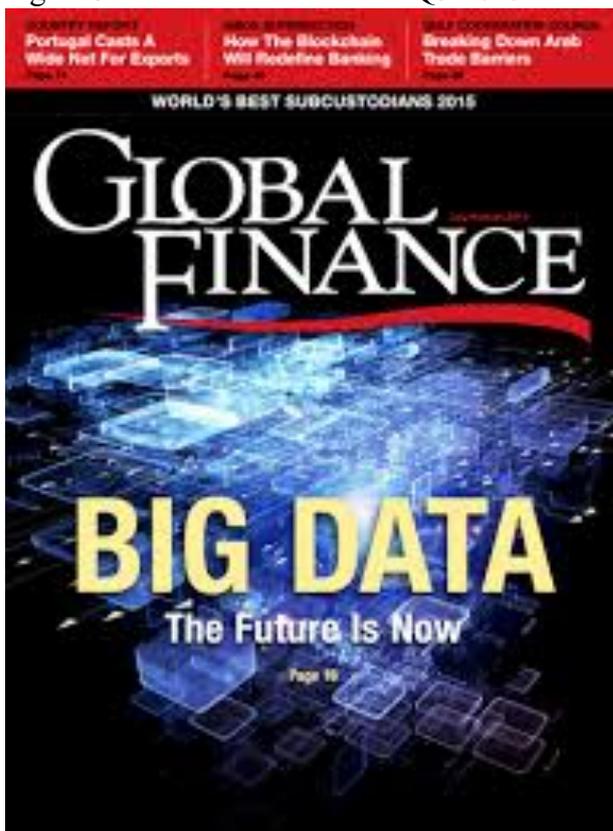
Si hablamos del mundo de la banca, el Big Data te permite mejorar tu producción de productos y servicios financieros. Al analizar los datos de los clientes, puede identificar comportamientos comunes de los clientes y ofrecer productos y servicios personalizados que se centren en satisfacer sus necesidades únicas. Esto le permite monitorear sus gastos y ajustar los préstamos para satisfacer sus necesidades.

La seguridad, algo fundamental en el ámbito financiero, se beneficia también del Big Data, pues puede ayudar a los proveedores de servicios financieros a identificar el fraude y la actividad ilegal. Al analizar los patrones de transacciones y el comportamiento de los clientes, se pueden identificar con facilidad eventos que generen sospechas y prevenir el fraude.

Profundizando en el objeto de nuestro TFG y en el análisis de la primera pregunta de investigación, las técnicas de Big Data ayudan a identificar las correlaciones en los mercados, por una parte, entre ellos y por otra los índices y factores que afectan sobre ellos, entre ellos los macroeconómicos mencionados en este estudio. También permiten predecir movimientos futuros gracias a sus modelos matemáticos y algoritmos avanzados. La característica del tiempo real permite incluso identificar cambios en el sentimiento del mercado, pues esa inmediatez y la capacidad de análisis de gran cantidad de datos es idónea para el análisis de redes sociales, de datos no estructurados y de cualquier otro tipo de fuente de datos en línea sobre eventos que estén ocurriendo y la reacción de inversores, con la utilización de algoritmos de diverso tipo, incluyendo los de procesamiento del lenguaje natural.

Por todo ello el Big Data parece idóneo para ayudar a identificar y predecir los aspectos objetivo de estudio de este TFG. Y esto será lo que intentaremos acreditar a través de literatura académica que lo avale.

Figura 9: Global Finance cover Q3 2015



Fuente: <https://www.gfmag.com/>

## RESULTADOS OBTENIDOS

- 2.1-Las técnicas de Big Data ayudan a identificar correlaciones entre los índices bursátiles

Hemos encontrado mucha literatura académica que explica los beneficios del Big Data. Es interesante leer el Capítulo 9 de Ramanujan en la publicación *“Big Data Applications in Industry 4.0”* (Ramanujan, 2021) donde destaca la importancia de estas herramientas en este sector, dada su importancia global en casi todos los sectores, y proporciona una perspectiva interesante sobre las oportunidades y desafíos de este campo emergente.

La investigación de Kim en *“Big Data in Finance: A Review”* (Kim et al, 2018) ofrece una visión general del uso de Big Data en el sector financiero, a través de la revisión de 102 artículos de diversas publicaciones y congresos entre 2010 y 2018, destacando la mejora de la eficacia de su uso y la toma de decisiones.

Hay que destacar también la investigación de Amjed Alfityani, *“The role of big data in financial sector: A review paper”* (Alfityani et al, 2022) donde el autor reexamina una gran cantidad de documentos en los cuales analiza desafíos y oportunidades, resaltando su gran potencial. Sin embargo, también advierte sobre la importancia de la protección de datos y la privacidad del cliente para garantizar su efectividad.

Cuando entramos en aspectos específicos del ámbito financiero, interesante en el caso de la banca el paper de Mahmood Malik *“The Benefits of Big Data Analytics in Banking”*

(Malik et al, 2019), destacando la mejora en el entendimiento de sus clientes, concluyendo su papel es fundamental especialmente ante la era digital que afecta este sector.

Un ángulo complementario aborda Sarkar en el paper *“Big Data Analytics for Credit Risk Assessment in Banking”* (Sarkar et al, 2019), destacando la gran ayuda para evaluar el riesgo crediticio y por tanto la estabilidad financiera del Big Data.

Otro vertical dentro del mundo financiero es la gestión de inversiones, que tiene también amplia literatura, aquí mencionamos la publicación *“Big Data Analytics for Investment Management: An Overview”* (Sharma et al, 2019) donde investiga la gran ayuda para los gestores a tomar decisiones de inversión más informadas y precisas.

Un aspecto adicional es el relativo a la mejora de la vigilancia de los mercados financieros, el Big Data es utilizado para identificar patrones y tendencias lo cual facilita la detección de actividades fraudulentas en tiempo real, facilitando alarmas tempranas para prevenir y limitar daños como explica el paper *“Big Data Analytics for Financial Market Surveillance”* (Kotsiantis et al, 2017).

Parece por tanto contrastada, con suficiente literatura, la importancia del Big Data para la exploración del ámbito. En este análisis nos hemos encontrado con gran diversidad de técnicas, por ello es oportuna la siguiente pregunta de investigación, el poder identificar qué técnica de Big Data son las más utilizadas dependiendo del fin, en el ámbito financiero.

- 2.2-Hay alguna técnica de Big Data especialmente idónea para el estudio de los índices bursátiles

Son muchas las técnicas que se utilizan en este ámbito y la idoneidad dependen de múltiples factores, entre ellos los objetivos que perseguimos y el volumen y complejidad de datos disponibles.

Vamos a mencionar las principales que hemos tenido la oportunidad de identificar en la revisión de lectura académica realizada:

1. Técnica del análisis de Datos en Tiempo Real; que como el nombre deja intuir, permite analizar datos financieros en tiempo real, con lo que identifica patrones y tendencias para agilizar la toma de decisiones antes cambios de entorno.  
Estas técnicas y su aplicación al mundo financiero están investigadas en papers como *“Real-time analytics in finance: a review”* (Sanz et al, 2018), o en el estudio abordado en el paper *“Real-time data analytics for financial markets”* (Böhlen & Cerqueus, 2016), centrando en su aplicación para los mercados de divisas.
2. Técnica del Aprendizaje Automático; que utiliza algoritmos de aprendizaje automático para analizar datos financieros y predecir comportamientos de mercado.  
Investigaciones utilizando esta técnica apreciamos en publicaciones como *“Machine learning and financial market anomalies”* (Guo& Gao,2016) o en la investigación sobre predicción de valores publicado o en el paper *“Forecasting stock prices using a hybrid machine learning approach”* (Dong&Wei,2019).
3. Técnica de Procesamiento de Lenguaje Natural; (NPL por sus siglas en inglés) con utilización principal para el análisis de datos no estructurados (redes sociales, por ejemplo) y así obtener opiniones públicas y de mercado.

Interesante la literatura al respecto de la publicación que recogió el International Journal of Advanced Research in Computer Science en el paper “*Sentiment analysis on finance and economics data*” (Jeyaseelan & Ganapathy, 2017), donde no solo se revisa su utilización sino que se realiza una propuesta de marco de trabajo para poder realizar este tipo de análisis.

4. Técnica de Minería de Datos; muy útil para descubrir patrones ocultos en grandes series de datos y con ello optimizar gestión de portafolios y carteras.  
Un ejemplo de esta Técnica se recoge en el paper “*Anomaly detection in financial markets using unsupervised machine learning algorithms*” (Wu et al, 2019), poniendo foco en la utilización de esta técnica para la identificación de anomalías en los mercados financieros.
5. Técnica de Análisis de Series Temporales; que analiza datos financieros a lo largo del tiempo en búsqueda de patrones y tendencias. Esto facilita el predecir movimientos de mercado y poder ser más certero en las estrategias a analizar.  
Tenemos un buen ejemplo en literatura académica en el paper “*Predicting stock prices using ARIMA and VARIMA models: Evidence from Indian stock market*” (Sharma et al, 2021) donde se aplican técnicas de análisis de series temporales más tradicionales, como el modelo autor regresivo integrado de media móvil (ARIMA) o la de Vector Autor regresivo integrado de media móvil (VERIMA).
6. Técnica de Simulación; que, a través de la generación de diferentes escenarios, puede predecir impactos.  
También reflejamos algún ejemplo de literatura económica donde lo recoge, como el paper “*Simulation-based scenario analysis for credit risk management*” (Bagnato et al, 2020), resaltando que la simulación permite a los investigadores crear modelos complejos que imitan a los modelos financieros, lo que facilita la toma de decisiones.
7. Técnica de Redes Neuronales; a través de estos modelos también se analizan grandes sumas de datos ayudando a predecir cómo evolucionará el mercado, extrayendo patrones ocultos y relaciones no lineales. En publicaciones como “*Using artificial neural network models in stock market index prediction*” (Guresen et al, 2011), se aplican diversas tipologías dentro de esta Técnica, como las redes neuronales artificiales (ANN), redes neuronales recurrentes (RNN) y redes neuronales convolucionales (CNN).
8. -Técnica de Análisis de Redes; también denominada Análisis de Grafos, en la que profundizaremos, pues es la más idónea para la Primera Pregunta de Investigación que hemos investigado, ya que analiza la estructura de las redes financieras y las interrelaciones entre ellas, lo cual encaja muy bien en nuestro propósito. Por ello su referencia a literatura académica la realizaremos posteriormente.

## Qué Técnica parece idónea para nuestro propósito

Para seleccionar qué técnica de Big Data podía ser más adecuada para nuestro propósito de investigación de la pregunta uno, en nuestra revisión hemos intentado ver cuáles eran las herramientas más recomendables para la aplicación de Big Data en la búsqueda de correlaciones dentro del ámbito financiero.

De este estudio se desprende que cada técnica tiene sus propias fortalezas y debilidades y de nuevo incide en lo ya mencionado, que la selección dependerá de los objetivos específicos de la investigación. En cualquier caso, hay una clara priorización recogida en amplia literatura académica por la Técnica de Análisis de Redes para nuestro propósito. En particular en lo relativo a correlaciones, la investigación "*A Comparison of Big Data Analytics Techniques for Stock Price Prediction*" (Sivakumar & Sridhar, 2018), prioriza esta técnica como la más efectiva.

En el paper "*Comparison of Correlation Analysis and Network Analysis in Stock Market*" (Qiu, 2021), los investigadores sugieren que esta técnica proporciona una comprensión más completa de la estructura y las relaciones dentro de un mercado de valores y su idoneidad para identificar patrones y tendencias.

El estudio "*Comparative Study of Big Data Analysis Techniques for Stock Market Prediction*" de (Anitha, 2019) también destaca esta Técnica como la más idónea para predicción de acciones.

El paper "*A Comparative Study of Sentiment Analysis Techniques for Stock Market Prediction using Social Media*" (Arshad, 2018) demuestra que esta técnica es muy útil para identificar relaciones entre empresas y sectores dentro de un mercado de valores.

## Descripción de la Técnica de Análisis de Redes

El análisis de redes se utiliza para analizar la estructura y las relaciones entre diferentes elementos o nodos.

Los pioneros en su investigación y uso podríamos decir que fueron:

- Lada Adamic: es una investigadora en el campo de la ciencia de datos y las redes sociales. En 1999, fue una de las primeras en usar el análisis de redes para estudiar comunidades en línea.
- Jon Kleinberg: es un profesor de la Universidad de Cornell. En 1998, desarrolló un algoritmo de análisis de redes llamado HITS, que se utiliza para identificar los sitios web más importantes en una red.
- Mark Newman: Es un físico y estadístico que ha contribuido significativamente al desarrollo de técnicas de análisis de redes. En 2001, publicó "*Scientific collaboration networks: II, Shortest paths, weighted networks, and centrality*" (Newman, 2001) en el que presentaba un algoritmo para identificar comunidades en redes complejas mediante la identificación de grupos de nodos altamente interconectados.

Dentro de nuestra investigación, los nodos que interrelaciona el análisis de redes se corresponden a índices bursátiles, por tanto, las conexiones que estamos investigando entre los índices, son por tanto las conexiones entre los nodos, cuantas más correlacionados estén los mismos, más interrelación habrá entre esos índices bursátiles.

El análisis de redes se podría realizar a diferentes niveles, desde el nivel de los mercados globales hasta el nivel de los sectores específicos dentro de los mercados. El análisis de

redes también puede ser estático o dinámico, dependiendo de si se analiza una instantánea fija de la red o cómo evoluciona la red con el tiempo.

El análisis de redes puede ayudar a los inversores y analistas financieros a comprender la complejidad de las interacciones entre diferentes índices bursátiles, y cómo los cambios en un índice pueden afectar a otros índices. Este también puede ayudar a identificar grupos de índices bursátiles que están altamente interconectados y que pueden tener un comportamiento similar. Estos grupos se conocen como comunidades, y el análisis de comunidades puede ser útil para identificar patrones y tendencias en los mercados bursátiles. Para identificar las comunidades en una red, se utilizan diferentes algoritmos de detección de comunidades, que buscan maximizar la cantidad de conexiones dentro de un grupo y minimizar las conexiones entre los grupos. Algunos de los algoritmos más comunes incluyen el algoritmo de Louvain, el algoritmo de caminata aleatoria y el algoritmo de detección de modulares. Estos algoritmos pueden ayudar a identificar patrones y estructuras en la red que pueden ser difíciles de detectar mediante otras técnicas de análisis de datos.

Hay mucha literatura científica que avala la utilización de análisis de redes para el estudio de la correlación entre índices bursátiles, entre los analizados, los más concluyentes serían:

*“Stock market network analysis: A review and an evaluation”* (Di Tommaso et al, 2017), investigación que proporciona en la forma de utilizar esta técnica, incluyendo medidas de centralidad, detección de comunidades y modelos de redes aleatorias.

También resaltamos que algunas de las conclusiones de la literatura académica al aplicar esta técnica es que, en general, la red se vuelve más densa e interconectada a lo largo del tiempo, lo que sugiere una creciente interdependencia en los mercados financieros globales, como explican en el paper *“Interconnectedness of the global financial market”* (Di Matteo et al, 2005), donde los autores investigan las propiedades topológicas de esta red para identificar las instituciones financieras más centrales y conectadas. Así como, analizan la estructura temporal de la red.

Otra investigación donde se muestra la alta interconexión entre los mercados económicos es *“Networks of economic market interdependence and systemic risk”* (Paddrik, & Luenberger, 2011) donde adicionalmente se describe que los riesgos sistémicos pueden propagarse rápidamente a través de estas conexiones. Además, los resultados sugieren que los reguladores financieros deberían considerar no sólo el riesgo individual de cada mercado, sino también la interdependencia entre ellos para mitigar los riesgos sistémicos. Seguimos mencionando ejemplos en literatura académica donde se muestra, tras estudiarlo con el análisis de redes, que los mercados financieros están altamente interconectados *“Network analysis of financial market correlations and degree of connectedness”* (Głodziński, et al, 2016). Ahora bien, en este estudio se indica que la estructura de la red es asimétrica y varía con el tiempo. Además, los autores encuentran que algunos mercados tienen un mayor grado de conectividad que otros, lo que indica que son más importantes para la estabilidad de la red.

En la literatura apreciamos también la complejidad de estos análisis, en el paper *“Network topology of the cross-correlations among major world indices”* (Bonanno et al, 2013), encuentran que la red de correlaciones cruzadas entre los índices bursátiles es una red no aleatoria, con una estructura modular y una distribución de grado de nodo heterogénea. También se resalta que los resultados muestran que algunos índices bursátiles tienen un mayor grado de centralidad y son más importantes para la estructura de la red. En particular, se centran en el análisis de los efectos de los retornos y la volatilidad en los mercados de valores europeos.

Más información adicional interesante encontramos en el documento *“Interconnectedness in the global financial market”* (Giesecke, & Laeven, 2011). El estudio acredita que los mercados financieros están altamente interconectados, es decir, los choques en un mercado pueden propagarse a otros mercados. Además, los autores encuentran que la interconexión entre los mercados financieros aumenta en momentos de crisis, lo que puede llevar a una mayor propagación y aumentar el riesgo.

Si profundizamos sobre esa correlación entre los índices europeos, es muy oportuna la publicación *“Network analysis of return and volatility spillovers in Eurozone equity markets”* (Athanasoglou & Staikouras, 2019), donde los autores utilizan técnicas de análisis de redes para estudiar la estructura y la importancia relativa de cada mercado en la propagación de los efectos de los choques. Los resultados muestran que la red de correlaciones entre los mercados de valores europeos es una red compleja, no aleatoria, con una estructura modular y una distribución de grado de nodo heterogénea. Este estudio de la red de correlaciones entre los mercados de valores europeos proporciona información valiosa sobre la estructura y la dinámica de los mercados financieros y puede ser utilizado para mejorar la comprensión de los riesgos sistémicos. Así mismo, los autores encuentran que algunos mercados de valores tienen un mayor grado de centralidad y son más importantes para la propagación de los efectos de los choques en la red.

Una vez acreditado a través de la literatura académica, que las técnicas de Big Data ayudan a realizar de forma más ágil y eficiente la función de identificación y sobre todo previsión de correlaciones entre los índices bursátiles, vamos a revisar también fortalezas y debilidades encontradas en literatura académica de la utilización de esta Técnica con este objeto.

De la información revisada, hemos optado por quedarnos con las conclusiones de las siguientes publicaciones, por orden cronológico: *“The topology of financial market correlations”* (Di Matteo, 2013); *“Dynamic network analysis of the stock market”* (Stanley, et al, 2015); *“Interconnectedness among world stock markets: Clustered structure and globalization effects”* (Genco et al, 2016) and *“Network topology of financial time series: Investigating the backbone structure”* (Lillo et al, 2017).

Como resumen general de los mismos, podemos concluir que el análisis de redes es una técnica valiosa para el estudio de la correlación de los índices bursátiles, ya que permite visualizar y cuantificar las relaciones entre las diferentes variables y detectar patrones de comportamiento colectivo en los mercados financieros. Algunas de sus principales fortalezas serían:

- Visualización de patrones: la visualización clara y fácilmente interpretable de las correlaciones entre los índices bursátiles ayuda a detectar patrones y tendencias en los datos.
- Identificación de comunidades: la técnica ayuda a identificar comunidades o grupos de índices bursátiles que están altamente correlacionados entre sí, lo que puede ser útil para la diversificación de carteras y la gestión de riesgos.
- Flexibilidad: Puede adaptarse a diferentes tipos de datos y variables, lo que lo hace una herramienta versátil para el estudio de los mercados financieros.
- Identificación de factores de influencia: Se puede identificar qué índices bursátiles tienen una mayor influencia en el comportamiento de otros.
- Modelado de la dinámica del mercado: Con esta técnica se puede modelar la dinámica del mercado, incluyendo cómo se propaga la información y el posible contagio entre los índices bursátiles.

Sin embargo, el análisis de redes también tiene limitaciones para estudiar la relación de los índices bursátiles, entre los que, tras el estudio, destacamos:

- La sensibilidad a la selección de variables: la elección de las variables y la forma en que se definen pueden afectar los resultados obtenidos.
- Límites de datos: los datos financieros pueden ser complejos, ilimitados y variados, lo que dificulta la interpretación de los resultados.
- Se requiere una gran cantidad de datos: el análisis web a menudo requiere una gran cantidad de datos para obtener resultados precisos.
- Falta de causalidad: este método solo puede mostrar la relación entre variables y no puede determinar la relación causal entre ellas.

## CONCLUSIÓN

En este segundo apartado de nuestro análisis hemos investigado sobre la aportación de valor de las técnicas de Big Data en el mundo financiero y en particular en el objeto de nuestro estudio.

El hecho de que el mundo financiero genere grandes cantidades de datos y la importancia en el sector de identificar patrones de comportamiento y tendencias que permitan gestionar el riesgo, dan mucha importancia a estas técnicas, especialmente porque permiten obtener sus conclusiones en tiempo real. Esto facilita mucho el trabajo, el identificar comportamientos comunes de clientes, mejorar su entendimiento y por tanto poder ofrecer productos y servicios personalizados. También limitar el riesgo y predecir actividades fraudulentas para prevenirlas con antelación, son atributos imprescindibles que proporciona su uso. Hay que tener en cuenta también que el uso de estas técnicas exige la adecuada protección de datos y la privacidad de los datos de cada cliente individualizados y que solo la utilización agregada anonimizada es la permitida.

Por tanto, se confirma que estas técnicas son de gran utilidad para el objeto de la primera pregunta de investigación. Ahora bien, hay varias técnicas, se hace una revisión de las más importantes. Su idoneidad depende de múltiples factores, destacando los objetivos concretos que se buscan, así como los datos disponibles para ello.

La Técnica de análisis de Redes o de Grafos, ha sido dentro de la literatura identificada, se ha encontrado como más idónea para los objetivos perseguidos. Los nodos que interrelaciona el análisis de redes se corresponden a índices bursátiles y con sus capacidades de análisis de correlación y predicción la hacen muy idónea. Características de la herramienta, como su visualización de patrones, flexibilidad y modelado de dinámicas de mercado, la convierten en una Técnica muy idónea.

Si bien es cierto, también hay que tener en cuenta algunos desafíos que presenta, como la gran cantidad de datos que precisa para proporcionarnos outputs contrastados y sobre todo que no nos garantiza la causalidad, ya que nos muestra la relación entre variables, pero no determinar la relación causal entre ellas.

## **RESUMEN FINAL**

Como confirman diversos estadistas, “no estamos en una era de cambio si no en un cambio de era”, donde todo se interrelaciona con todo y lo hace prácticamente en tiempo real. Esto es algo especialmente relevante en el mundo económico y si hay algo que refleja fehacientemente lo que es el mundo económico, son las empresas que en él operan, representadas en los principales índices bursátiles.

Hemos centrado este estudio en intentar en base a literatura histórica confirmar si estas interrelaciones entre los índices se producían y que principales aspectos podían generarlas e influenciar sobre las mismas.

Hemos sido testigos, por el gran esfuerzo que ha supuesto para mí el leer decenas de documentos para intentar obtener evidencia, que el hacer este tipo de revisiones sin tecnología, es muy lento, no exento de errores y no permite datos concluyentes que muestren tendencias. Por ello es imprescindible el uso de la tecnología para la mejora de estos análisis y procesos, en particular las técnicas de Big Data. Con ellas y en particular con aquellas más idóneas en función de los objetivos concretos perseguidos, como en nuestro caso ha sido la Técnica de Redes, aquellos que queremos desempeñar nuestro futuro profesional en el apasionante mundo financiero podremos ayudar a comprender en tiempo real este entorno complejo con múltiples interacciones que suponen los índices bursátiles y a predecir, anticipar y prevenir, las distintas conexiones entre ellos y entre los sectores y empresas específicas que en ellos operan.

El futuro es imparable y la pregunta pasa de ser si es adecuado o recomendable, a sencillamente centrarse en cuál es el más adecuado. Todo ello dentro del mundo imprescindible de la ética, privacidad y seguridad que debe guiar a quienes queremos ser los asesores financieros digitales de este apasionante siglo XXI

## ANEXOS

### PAPERS

- Alfaro, L., Kalemli-Ozcan, S., & Volosovych, V. (2008). Globalization and economic growth: Empirical evidence on the role of complementarities. *Journal of International Economics*, 76(2), 205-222.
- Alfonso, G., & Neves, P. (2016). Political uncertainty and stock market volatility. *Journal of International Money and Finance*, 68, 400-421.
- Andriosopoulos, K., & Andriosopoulos, V. (2016). The history and evolution of the DAX 30. *Journal of Risk and Financial Management*, 9(1), 2.
- Anitha, R. (2019). Comparative Study of Big Data Analysis Techniques for Stock Market Prediction. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(6S2), 399-404.
- Arshad, A. (2018). A Comparative Study of Sentiment Analysis Techniques for Stock Market Prediction using Social Media. *International Journal of Computer Applications*, 181(21), 37-41.
- Athanasoglou, P. G., & Staikouras, C. K. (2019). Network analysis of return and volatility spillovers in Eurozone equity markets. *International Review of Financial Analysis*, 61, 51-63.
- Bhunia, A., & Das, D. (2015). Does exchange rate matter for stock prices? A study on major G7 countries. *Journal of Applied Economic Sciences*, 10(3), 277-289.
- Bhar, R., & Sethi, V. K. (1998). Correlation analysis of stock market indices: Evidence from Spain and the United States. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 8(3-4), 277-289.
- Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., & Micciché, S. (2013). Network topology of the cross-correlations among major world indices. *Physical Review E*, 88(6), 062802.
- Bulkley, G., Harris, R., Hviid, K., & Lee, T. (2011). The anatomy of the FTSE 100 index. *Journal of Business Finance & Accounting*, 38(1-2), 139-167
- Campa, J. M., & Berges, A. (2008). Twenty years of the Spanish stock market: Main developments and future prospects. En D. Cobham (Ed.), *Spanish economic and financial outlook* (pp. 25-44). Palgrave Macmillan
- Castells, M. (2009). The rise and fall of finance and the end of the society of organizations. *International Journal of Communication*, 3, 525-541.
  
- Ceylan, R. (2013). The Relationship between Inflation and Stock Market Returns. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 81, 426-430.
- Chang, C. L., McAleer, M., & Wong, W. K. (2019). Global economic activity and crude oil prices: A cointegration analysis. *North American Journal of Economics and Finance*, 48, 676-696.
- Chen, T., Zhou, Y., & Chen, Q. (2021). The Impact of COVID-19 on the US Stock Market: Evidence from High-Frequency Data. *International Review of Economics & Finance*, 71, 157-165.
- Claessens, S., Kose, M. A., Laeven, L., & Valencia, F. (Eds.). (2013). *The Global Financial Crisis: Causes, Consequences and Countermeasures*. International Monetary Fund.
- Deville, A. (2013). The French stock market: efficiency, liquidity and corporate governance.

- De Andrés Alonso, P. (2004). An empirical analysis of Nikkei 225 index components: financial ratios and firm size as determinants of stock returns in Japan. *Revista de Economía Financiera*, 4(1), 25-46.
- Di Matteo, T., Aste, T., & Mantegna, R. N. (2005). Interconnectedness of the global financial market. *The European Physical Journal B*, 50(1-2), 183-186.
- Di Tommaso, G., Di Patti, F., Lillo, F., & Mantegna, R. N. (2017). Stock market network analysis: A review and an evaluation. *Journal of Network Theory in Finance*, 3(1), 1-26
- Dimitriou, D., Floros, C., & Gounopoulos, D. (2019). Dynamic conditional correlations between the US and the European stock markets: An empirical study. *Research in International Business and Finance*, 49, 446-453
- Farmer, R. E. A. (2012). The Causes of the Financial Crisis. *Challenge*, 55(3), 6-37.
- Fidrmuc, J., & Horvath, R. (2008). The impact of US macroeconomic announcements on the euro interest rate. *Journal of International Money and Finance*, 27(2), 215-232.
- Gallagher, D. R., & Champion, M. J. (2016). The evolution of the S&P 500 index, 1926-2015. *Financial Analysts Journal*, 72(3), 69-94.
- Gannon, G. (2004). Exchange rates and the stock market: Implications for European convergence. *Journal of Economic Integration*, 19(2), 333-347.
- Genco, A. V., Lamperti, F., & Mandel, A. (2016). Interconnectedness among world stock markets: Clustered structure and globalization effects. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 73, 189-205.
- Giesecke, K. I., & Laeven, F. J. A. (2011). Interconnectedness in the global financial market. *Journal of Banking & Finance*, 35(10), 2414-2421.
- Gjerde, Ø., & Sættem, F. (1999). The relationship between interest rates and stock returns. *Empirical Economics*, 24(3), 431-448.
- Głodziński, E., Podgórski, K., & Drożdż, S. (2016). Network analysis of financial market correlations and degree of connectedness. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 459, 24-34.
- González-Velasco, J.M. & López-Andión, C. (2010). A Comparative Study of the Stock Market Performance: Evidence from the Spanish IBEX 35 and the American S&P 500. *International Journal of Business and Management*, 5(6), 147-155
- Henry, P. B., & Schmieder, J. F. (2014). The Role of the Financial Sector in the US and German Economies and Implications for Growth. *IMF Economic Review*, 62(4), 638-674
- Hirao, Y. & Watanabe, T. (2010). The Resilience of Japan's Banking System During the Global Financial Crisis: Evidence from the Credit Default Swap Market. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(6), 1037-1055
- Huang, C. C., & Yang, C. W. (2007). Does inflation matter for stock prices? Evidence from the non-linear ARDL model in the G7 countries. *Journal of Policy Modeling*, 29(6), 911-922.
- Larrinaga-González, C., & Tapia-Iglesias, M. (2007). The evolution of the Spanish stock market, 1988-2003: From liberalization to internationalization. *Journal of Business Research*, 60(3), 211-218
- Li, L., & Su, Z. (2019). Dynamic Correlation Analysis of International Stock Markets: Evidence from the Ibex 35 and the FTSE 100. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, 7(1), 74-87.
- Lillo, F., Mantegna, R. N., & Palchykov, V. V. (2017). Network topology of financial time series: Investigating the backbone structure. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 75, 1-15.

- Morales, A. J., & Pérez-Sánchez, J. C. (2016). The relationship between Spanish and German stock markets: A wavelet analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 462, 1004-1014
- Naser, H. Y., & Ahmed, A. M. (2017). The impact of oil price fluctuations on stock markets in developed and emerging economies. *Research in International Business and Finance*, 39, 536-548.
- Newman, M. E. J. (2001). Scientific collaboration networks: II. Shortest paths, weighted networks, and centrality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(16), 404-409.
- Osterweis, J. M. (1966). A survey of stock market indexing. *The Journal of Finance*, 21(2), 293-307.
- Paddrik, M., & Luenberger, D. G. (2011). Networks of economic market interdependence and systemic risk. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(12), 2111-2126.
- Pardo-Fernández, J. C., & Fernández-Rodríguez, F. (2015). The dynamics of volatility transmission and information flow between stock markets: The case of the Iberian Peninsula. *Journal of Business Research*, 68(3), 571-582.
- Qamruzzaman, M., & Hasan, T. (2018). A comparative study of financial contagion between two major European and Asian stock markets. *Economic Modelling*, 70, 571-582.
- Qiu, M. (2021). Comparison of Correlation Analysis and Network Analysis in Stock Market. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(4), 188.
- Robinson, W. I. (2004). From the new economy to the war economy: US hegemony and the new global capitalism. *Review of International Political Economy*, 11(5), 761-787.
- Roubini, N., & Setser, B. (2004). The dot-com bubble, the Bush deficits, and the U.S. current account. *Journal of Policy Modeling*, 26(5), 517-523.
- Sivakumar, V., & Sridhar, R. (2018). A Comparison of Big Data Analytics Techniques for Stock Price Prediction. *Journal of Big Data*, 5(1), 39
- Stanley, H. E., Havlin, S., & Lillo, F. (2015). Dynamic network analysis of the stock market. *The European Physical Journal B*, 88(10), 1-21.
- Wohar, M. E., & Whitney, G. A. (1995). Macroeconomic variables and the performance of the Dow-Jones industrial average. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 34(3), 46-57.

## CITACIONES:

[https://es.wikipedia.org/wiki/S%26P\\_500](https://es.wikipedia.org/wiki/S%26P_500)

[https://es.wikipedia.org/wiki/Nikkei\\_225](https://es.wikipedia.org/wiki/Nikkei_225)

<https://es.wikipedia.org/wiki/DAX>

[https://es.wikipedia.org/wiki/FTSE\\_100](https://es.wikipedia.org/wiki/FTSE_100)

<https://tematicas.org/indicadores-economicos/sector-monetario-financiero-y-bursatil/cotizaciones-de-acciones-y-negociacion-de-valores/bolsa-de-londres-ftse-100-base-3-1-1984-1000-datos-diarios/1999/> Datos de los índices

<https://www.sdelso.com/glosario/lehman-brothers/#:~:text=La%20quiebra%20del%20banco%20Lehman%20Brothers,-El%2015%20de&text=Esta%20crisis%20econ%C3%B3mica%20afect%C3%B3%20a,largo%20y%20ancho%20del%20planeta>. Explicación crisis Lehman Broders

## FIGURAS

1 Inflación armonizada histórica en europa <https://www.inflation.eu/es/tasas-de-inflacion/europa/inflacion-historica/ipca-inflacion-europa.aspx>

2: Tipos de Interés BCE  
<https://www.cajasietecontunegocio.com/>

3: Evolución precio BRENT versus IBEX  
<https://blog.iese.edu/>

4: Evolución anual índices bursátiles  
Elaboración Propia

5: The economist cover Q1 2001  
[www.economist.com](http://www.economist.com)

6: The Times cover Q3 2008  
[www.thetimes.co.uk](http://www.thetimes.co.uk)

7: The economist cover Q1 2011  
[www.economist.com](http://www.economist.com)

8: The economist cover Q1 2020  
[www.economist.com](http://www.economist.com)

9: Global Finance cover Q3 2015  
<https://www.gfmag.com/>

## **ACRONIMOS**

ANN: Artificial Neural Network

ARIMA: Autoregressive Integrated Moving Average

APA: American Psychological Association

CNN: Convolutional Neural Network

HITS: Hypertext Induced Topic Selection

NPL: Natural Language Processing

OMS: Organización Mundial de la Salud

RNN: Recurrent Neural Network

TFG: Trabajo Fin de Grado

VERIMA: Vector Autoregressive Integrated Moving Average