



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

IMPACTO DEL *BLACK SWAN* EN LAS DISTRIBUCIONES DE RENDIMIENTOS. ESPECIAL REFERENCIA A SU UTILIDAD EN EL DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE *M&A: VENTURE CAPITAL* Y ASIMETRÍA DE LA INFORMACIÓN

Autor: Francisco Ribas Alameda

Director: Ignacio Prieto Funes

A mi padre.

RESUMEN

Este trabajo de investigación busca conectar los llamados “cisnes negros” de los mercados financieros con el desarrollo de una estrategia de *M&A* coherente con la existencia de los mismos.

A lo largo del mismo, se demuestra cómo la no normalidad de los retornos bursátiles y la inmensa magnitud de los eventos que encontramos en las colas de las distribuciones hace inviable la utilización de los métodos clásicos de gestión de carteras; por lo que se plantean métodos alternativos de inversión, a través de adquisiciones, que sean capaces de aprovechar esta configuración de los retornos.

Se analizan por último los efectos que la asimetría de la información, las emociones y los intereses privados tienen sobre la negociación de una operación corporativa, así como la relación existente entre aquellos y los cisnes negros.

Palabras clave: *Cisnes negros, M&A, Venture Capital, Información asimétrica, Problema agente-principal, Teoría de Juegos*

ABSTRACT

This research seeks to connect the so-called "black swans" of the financial markets with the development of an M&A strategy which is consistent with their existence.

Throughout the paper, it is shown how the non-normal nature of the stock returns and the huge magnitude of tail events make unfeasible the application of the classic portfolio management theories in these cases; therefore, alternative M&A investment methods which can take advantage of this configuration of returns are proposed.

Finally, the effects that asymmetry of information, emotions and private interests have on M&A negotiation are analyzed, as well as the existing relationship between those and black swan events.

Key words: *Black Swans, M&A, Venture Capital, Information Asymmetry, Agency Problem, Game Theory*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL	1
1.1.- Propósito y contextualización del tema	1
1.2.- Justificación del tema: estado de la cuestión y motivaciones para abordarla.....	3
1.3.- Objetivos del trabajo	6
1.4.- Metodología utilizada	7
CAPÍTULO II.- APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DEL RIESGO.....	9
2.1.- El concepto de cisne negro: relatividad e importancia.....	9
2.2.- Las llamadas “colas despreciables” de la Campana de Gauss.....	17
2.2.1.- Análisis de las premisas de los modelos de gestión de carteras y pricing: modelos de Markowitz, Value At Risk (VaR), CAPM de Sharpe o Black-Scholes.....	21
2.2.2.- Supuestos empíricamente aceptables e inaceptables de uso del modelo.....	25
2.2.3.- Estudio de las variables no medidas por los modelos gaussianos: sus efectos sobre el mercado	30
CAPÍTULO III.- LOS EFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS OPERACIONES CORPORATIVAS: M&A BLACK SWANS.....	34
3.1.- El Venture Capital como modelo de adquisiciones	34
3.2.- La asimetría de la información en las operaciones corporativas. Especial referencia al marco español.....	40
3.2.1 Asimetría de información existente entre los diferentes bidders de una operación. Especial referencia al marco regulatorio español de las OPAs.....	42
3.2.2 Asimetría de información existente entre el buyer y el target de una operación.....	45
3.2.3 El problema del agente-principal en las operaciones corporativas	47
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	56
Anexo I: Actuarial Credit Risk Accounting.....	56
Anexo II: Tipos de fragilidad o robustez según Taleb	57

ÍNDICE TABLAS

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL.....	1
CAPÍTULO II.- APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DEL RIESGO	9
<i>Tabla 2.1: Comparación de intervalos entre la distribución normal estándar y el S&P 500 1950-2018</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2.2: Rentabilidad y desviación típicas anualizadas del S&P 500 en función del intervalo temporal escogido</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2.3: Porcentaje de variación absoluta explicada en el S&P 500 en función del porcentaje de observaciones tomadas</i>	<i>29</i>
CAPÍTULO III.- LOS EFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS OPERACIONES CORPORATIVAS: M&A BLACK SWANS	34
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS	56
<i>Tabla AII.1: Cuadrantes de Taleb, en función de la distribución y la complejidad de los payoffs.....</i>	<i>57</i>

ÍNDICE GRÁFICO

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL.....	1
CAPÍTULO II.- APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DEL RIESGO	9
<i>Gráfico 2.1: Distribuciones diarias del S&P 500 1950-2018.....</i>	<i>12</i>
<i>Gráfico 2.2: Evolución del S&P 500 2008-2018 por escenarios.....</i>	<i>15</i>
<i>Gráfico 2.3: Representación gráfica de la Campana de Gauss (distribución normal estándar).....</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 2.4: Comparación entre el índice DJIA y la distribución estándar.....</i>	<i>19</i>
<i>Gráfico 2.5: Variaciones en la cotización de Indy Mac.....</i>	<i>22</i>
<i>Gráfico 2.6: Curva de Lorenz de variaciones sobre el S&P 500 (2008-2018).....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 2.7: Estructura de un árbol binomial.....</i>	<i>30</i>
<i>Gráfico 2.8: Gráfico de cotización del DJIA en el momento del Flash Crash del 6 de mayo de 2010.....</i>	<i>32</i>
CAPÍTULO III.- LOS EFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS OPERACIONES CORPORATIVAS: M&A BLACK SWANS	34
<i>Gráfico 3.1: Resultado de la inversión en una única startup.....</i>	<i>36</i>
<i>Gráfico 3.2: Comparativa entre una distribución normal y una log-normal.....</i>	<i>37</i>
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51
ANEXOS	56
<i>Gráfico AI.1: Sistema ACRA con relación a la distribución de las potenciales pérdidas en la industria aseguradora.....</i>	<i>56</i>
<i>Gráfico AI.2: Datos de terremotos en California.....</i>	<i>56</i>
<i>Gráfico AII.1: Tipos de fragilidad o robustez según Taleb.....</i>	<i>57</i>

CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN Y MARCO CONCEPTUAL

1.1.- Propósito y contextualización del tema

El presente trabajo de investigación tiene como propósito general último analizar cómo los denominados “cisnes negros”¹ de los mercados financieros afectan a los procesos de *M&A*. Para ello, me centraré primeramente en el aspecto relativo a su impacto, y en cómo podemos aprovechar el *upside* ilimitado de un cisne negro positivo, limitando su *downside* a través de la inversión en *Venture Capital*. En segundo lugar, se analizará cómo podemos aprovechar que los cisnes negros sean en realidad un concepto relativo, siendo calificables como tal o no en función de quién lo observe. En este sentido, cabe destacar que dichos fenómenos hacen referencia a una impresión subjetiva del observador. Por ejemplo, en los atentados del 11-S, este evento era conocido para los perpetradores, pero totalmente desconocido para los mercados y el resto de la población (Taleb, 2007). Esto se debe a la asimetría de la información que existe entre diferentes sujetos que analizan una misma situación, y puede tener importantes efectos en las operaciones corporativas de *M&A*, donde cada parte cuenta con su propia información en un marco de incertidumbre.

Para comenzar a contextualizar dicho propósito y definición, es importante destacar que la Historia y los mercados financieros se caracterizan por no moverse suavemente en una dirección, sino que lo hacen puntualmente de manera violenta, como consecuencia de estos sucesos que conocemos como cisnes negros –lo que Mandelbrot y Taleb describieron como “*Random Jump, Not Random Walk*” (2010)–. Desde el auge del Cristianismo, las Guerras Mundiales, los avances médicos y farmacológicos, y pasando por los grandes *cracks* en los mercados financieros –el *crack* del '29, la burbuja de las *dotcom* en el año 2000, Lehman Brothers en el año 2008– o el resultado del referéndum del *Brexit*, el auge de ideas como Google, Facebook o YouTube son, para muchos inversores², parte del sinfín de cisnes

¹ Para realizar dicho análisis, partiremos de la definición clásica de “cisne negro” basada en los trabajos de Taleb. Según dicho autor, este tipo de eventos se caracterizan por ser “*i) sucesos altamente improbables, ii) cuyas consecuencias son importantes, y iii) explicables a posteriori, encajando lo ocurrido en un modelo o una cadena causal perfecta sin tener en cuenta el azar*” (Taleb, 2007). De esta manera, trataré de perfilar y esclarecer dicho concepto, determinando sus límites, encaje doctrinal y contextualización histórico-sectorial. Además, se comprobará la relevancia que tiene que nos encontremos ante un concepto de carácter relativo pues, como hemos dicho, un cisne negro lo es o no en función de quién lo observe

² En el Capítulo II se desarrolla la idea fundamental, ya mencionada, de relatividad conceptual en los cisnes negros

negros que verdaderamente explican la evolución financiera y social que se ha vivido en este mundo a lo largo de la Historia.

Son precisamente aquellos momentos en los que no se cumple la previsión de los analistas en los que la cotización de un activo financiero sufre sus mayores variaciones –sin ir más lejos, el 15 de octubre de 2018, el grupo DIA presentó un *profit warning* y suspendió el dividendo, y sus títulos perdieron un 42% de su cotización–. Así, puede ocurrir que las acciones de una empresa que presenta un día unos resultados extremadamente malos respecto de los del año anterior (disminuyendo sus ventas, cayendo su beneficio, etc.) acabe experimentado elevados incrementos en su precio ese mismo día como consecuencia de que el mercado esperase unos resultados aún peores, o viceversa. Sin ir más lejos, el 24 de abril del año 2018, el Banco Santander inauguró la temporada de resultados con un +10% de beneficio neto atribuido sobre el año anterior y, sin embargo, perdió casi un 4% en la sesión porque sus resultados fueron peores de lo previsto³. Y esta desviación de la realidad respecto del consenso puede deberse –y cuando así sucede, sus efectos son devastadores– a cisnes negros que nunca fueron contemplados o, peor aún, que fueron mentalmente descartados por completo por dichos analistas. El problema más grave no radica en lo que no sabemos, sino aquello que “*creemos que sabemos, pero no es cierto*”⁴.

Por otro lado, la mayoría de los modelos utilizados para medir el valor o el riesgo de una cartera de activos financieros están habitualmente basados en la probabilidad de ocurrencia de variaciones de los precios de los activos que la integran conforme a una distribución normal estándar, por lo que no contemplan la verdadera probabilidad de que ocurran cisnes negros y, lo que es peor, sus efectos. Sucesos que no son estadístico-cuantitativos, ideas abstractas plasmadas sobre una hoja de cálculo, sino situaciones reales que tienen un gran impacto sobre, por ejemplo, las rentabilidades estimadas de una cartera.

Lo que en el campo estadístico se conoce como las “colas despreciables” de la Campana de Gauss, distribución en la que se basan la mayoría de los modelos matemáticos tradicionales de cálculo de riesgos, se desechan por improbables cuando aplicamos un nivel de confianza al resultado de nuestros cálculos.

³ En este caso, se debió a que el resultado en Reino Unido, la cifra de negocio en España y los datos de morosidad fueron peores de lo previsto

⁴ Cita del documental “The Big Short”, erróneamente atribuida de manera a Mark Twain

Sin embargo, aunque improbables, los sucesos comprendidos en dichas “colas despreciables”, que son todo aquello no incluido en las *betas*, *sigmas* y estudios de las tendencias en gráficos históricos, esconden los mayores efectos que pueden incidir sobre el objeto de estudio. La relevancia de estos sucesos improbables es tal, y afecta de tal manera al objeto de estudio que, durante este trabajo, se incidirá en que, tal vez, lo despreciable en muchos casos sea el resto del modelo, el intervalo de “confianza”, dada la importancia desmedida que estos fenómenos tienen sobre aquello que se trata de estimar.

1.2.- Justificación del tema: estado de la cuestión y motivaciones para abordarla

Nos encontramos en una época llena de riesgos de las más diversas tipologías. Todo parece tan imprevisible, que parece que nada lo es, y las empresas aumentan sus departamentos de control de riesgos para intentar neutralizarlos. Ya sean decisiones políticas o resultados electorales imprevisibles, problemáticas comerciales, *Tweets*, desastres naturales, modificaciones bruscas de las políticas económicas o monetarias, decisiones de bancos centrales, estamos en un mundo complejo y complicado de conocer. Y cuanto más complicado de conocer es algo, más información existe, pero menos se llega a comprender el panorama general. Hay que estar observando demasiados flancos como para ser consciente de dónde puede surgir el siguiente riesgo a neutralizar. Además, la información no está distribuida de manera homogénea entre los partícipes del mercado.

En relación con esto, Taleb popularizó el concepto de “cisne negro”, tal y como hoy se conoce, en su libro *“The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable”*, (2007)⁵. Pese a que la expresión data de mucho tiempo atrás, fue este autor el que realizó la primera categorización y análisis descriptivo de los efectos de estos sucesos en el mercado, hace poco más de una década, encontrándonos así ante una teoría financiera relativamente moderna. Así, buscaremos aportar al debate ciertas claves o piezas que puedan ser de interés para su desarrollo posterior, a través de un análisis deductivo completo y examinando la relación existente entre los eventos que afectan al mercado y el desarrollo de las operaciones corporativas.

⁵ Aunque ya había tratado dicho concepto, en un contexto puramente financiero, en el libro *Fooled By Randomness*, publicado en 2001

En cuanto al origen de la expresión “cisne negro”, esta proviene de la expresión latina "*rara avis in terris nigroque simillima cygno*"⁶ (Juvenal) que hacía referencia a cualquier suceso extraño de observar, categorizándolo como un “cisne negro”. Dicha expresión se utilizaba en el Londres del s. XVI de manera irónica y burlona, dirigida hacia alguien que decía algo que no tenía sentido o era exagerado o imposible. Desde antes de que el poeta Juvenal acuñara dicha expresión, y durante muchos siglos más, se presuponía que todos los cisnes debían de ser blancos, puesto que los cisnes negros, aunque existentes en Australia, no fueron vistos por ningún europeo hasta el descubrimiento de este tipo de aves en dicho país en el s. XVII d.C.

Esta anécdota constituye una metáfora que nos demuestra que solo es necesaria una única observación contraria para desmontar teorías empíricas basadas en cientos o miles de observaciones previas. El famoso problema de la inducción, que ya había sido tratado por numerosos autores –entre todos, originalmente abordado por el filósofo escocés Hume (1748) y, posteriormente, por Popper (1959)– se constituye, así, como uno de los pilares de nuestro trabajo de investigación. Existen numerosos modelos financieros, estadístico-cuantitativos y teorías basadas en distribuciones de probabilidad sobre poblaciones que asumen los postulados del modelo inductivo. Dichos modelos no son un problema en sí mismos ni trata este trabajo de realizar una crítica de los mismos. El problema surge al aplicar dichos modelos a situaciones para las cuales dicho modelo no es idóneo o, directamente, es inaplicable.

De esta manera, la problemática general de la primera parte de este trabajo será demostrar que, en numerosas ocasiones, la realidad difiere de las teorías matemáticas utilizadas para modelizarla, para poder definir así los parámetros que una situación debe cumplir para que un modelo sea aplicable.

Por ejemplo⁷, si realizásemos una media del peso de las personas que hay dentro de una Universidad cualquiera, encontrarnos con una observación extrema prácticamente no afectaría al resultado de dicho cálculo, por lo que podríamos considerar dicha variable como suficientemente representativa de la situación de las personas que se encuentran en la Universidad, en condiciones normales. Sin embargo, si aplicásemos esta misma metodología para calcular el patrimonio de estas, una sola observación –imagínese que en dicha

⁶ Su traducción al castellano es “*ave rara en esta tierra, muy semejante a un cisne negro*”

⁷ Reformulado del ejemplo clásico expuesto en Taleb (2007)

Universidad estuviera impartiendo una conferencia Jeff Bezos en ese momento, que posee un patrimonio superior a los 100.000 millones de dólares (Forbes, 2019)– haría que la variable objeto de estudio no fuese absolutamente nada representativa.

Y esto sucede también en las teorías financieras actuales, donde no se valoran adecuadamente los efectos de los eventos improbables. Numerosos estudios (Mandelbrot & Taleb, 2010) han demostrado que las variaciones existentes en los mercados no convergen hacia una distribución normal, por lo que basarnos en este modelo como el pilar de los modelos financieros clásicos parece un error.

Por último, una vez hayamos hecho esto, veremos, en la segunda parte del trabajo, cómo podemos aprovechar dicha distribución para mejorar la rentabilidad de una cartera de adquisiciones, así como qué sucesos pueden afectar a una operación corporativa, en especial respecto de las diferencias en la información que posee cada uno de los interesados.

En relación con las motivaciones de este trabajo, desde que empecé a interesarme por el mundo de las finanzas, siempre he observado cómo las formulaciones estadísticas y cuantitativas preestablecidas, “innegables” y comúnmente utilizadas por analistas y otros profesionales del sector financiero se aplican de manera cuasi dogmática como base de modelos creados para evaluar riesgos, valorar activos, calcular probabilidades, realizar análisis de escenarios u otras y variadas finalidades que buscan cuantificar y modelizar el mundo real. Ejemplos de ello son los modelos de Markowitz (1959), *Value at Risk (VaR)* (JP Morgan Bank; Reuters, 1996), CAPM (Sharpe, 1964) o *Black-Scholes* (Black & Scholes, 1972) o construcciones como la *beta*, utilizada como medida del riesgo de un valor.

Sin restar importancia al análisis cuantitativo y la modelización de la realidad que con estos modelos se busca, este trabajo pretende centrar su importancia en ser capaces de cuestionar las bases de dichas teorías para poder comprender su construcción y saber así cuándo se debe o no utilizar un cierto modelo matemático, en relación con el aspecto de la realidad que estamos tratando de modelizar.

Además, con ello se busca incidir en la importancia que otros factores de difícil inclusión en los modelos pueden tener sobre la realidad. Un ejemplo claro de ello es la asimetría de la información que existe entre las partes en una negociación en el marco de una operación corporativa, y que es paralela a una característica fundamental de los cisnes negros: su relatividad.

Por último, dado mi gran interés profesional en el campo de las operaciones corporativas, intentaré explicar cómo las conclusiones de la primera parte del trabajo pueden ser utilizadas en dos aspectos de los procesos de *M&A*: la inversión a través del *Venture Capital* y la asimetría de información existente entre los participantes en una operación corporativa.

1.3.- Objetivos del trabajo

Partiendo del propósito general de esta investigación, previamente definido, que cabe resumir como el análisis de la incertidumbre y la asimetría de información en la negociación de operaciones corporativas, se destaca la existencia de objetivos específicos de este trabajo de investigación, en línea con su estructura:

1. Analizar los supuestos en los que es matemáticamente aceptable la utilización de un modelo de distribución estándar de probabilidades, basándome para ello en el contraste empírico de formulaciones teóricas. Así, trataré de comprobar si los modelos basados en estas distribuciones son verdaderos medidores del riesgo y si la probabilidad dada por el modelo se corresponde con la realidad de los mercados financieros.
2. Cuantificar el impacto que dicho suceso, en caso de darse, tendría sobre el objeto de estudio del modelo –bien sea medir un riesgo, poner un precio a un activo financiero, etc.–. A veces, aunque la probabilidad de ocurrencia de un suceso sea pequeña, ésta no se puede despreciar, pues sus efectos son tan devastadores que, pese a su improbabilidad, ha de ser tenida en cuenta. De hecho, existe una clara relación inversa entre la probabilidad de un suceso y su efecto sobre el objeto de estudio (Mandelbrot B. B., 2001).
3. Exponer de manera teórica y breve el efecto que las nuevas tecnologías pueden tener como agravantes de los movimientos de mercado derivados de estos cisnes negros. Se puede considerar que las órdenes *stop loss* o el *automated trading* podrían multiplicar el ya de por sí impresionante resultado que pueden desencadenar ciertos acontecimientos sobre los mercados financieros. Ejemplo de ello es el conocido como *Flash Crash* del 6 de mayo de 2010 en el índice

americano “*Dow Jones Industrial Average*”, que será objeto de un breve comentario a lo largo en este trabajo.

4. Analizar el efecto que la incertidumbre, los “cisnes negros” y las diferencias en la información pueden tener sobre las operaciones corporativas de fusiones y adquisiciones (*M&A*). Se estudiará cómo ciertos cisnes negros externos pueden afectar a dichas operaciones, así como el hecho de que dichas operaciones en sí mismas, o el hecho de que no lleguen a llevarse a cabo, puedan ser consideradas cisnes negros por sí solas. Será clave aquí, como ya hemos mencionado, la distribución de rendimientos de los activos financieros y el concepto de relatividad en función del observador, como consecuencia de la asimetría de información en los mercados financieros, especialmente en lo que a operaciones corporativas se refiere.

1.4.- Metodología utilizada

Metodológicamente, el trabajo consta de dos partes claramente diferenciadas, intercaladas a lo largo del mismo. Dado que el objetivo es analizar en profundidad el concepto de “cisne negro”, haciendo especial referencia a la distribución real de rendimientos y a la relatividad del concepto, en relación con el observador de la situación –pues un suceso se puede considerar “cisne negro” o no en función de la información que posea el observador y el análisis que haga de la misma–, combinaremos i) una revisión de la literatura y de los postulados en que se basan los modelos clásicos utilizados para la gestión de activos con ii) diferentes contrastes de hipótesis que nos permitirán testar la aplicabilidad de dichos modelos a diferentes aspectos de la realidad.

Para realizar dicha revisión, el estudio se basará en el análisis de cisnes negros concretos (por ejemplo, literatura sobre la quiebra de Lehman Brothers en 2008) o sobre la propia eficiencia de los mercados. Para asegurar que esta revisión es completa, se han identificado numerosos documentos que consideramos necesarios –informes sectoriales, modelos financieros, gráficos bursátiles, documentos bancarios, estadísticas de los bancos centrales, artículos de prensa financiera, documentales– en numerosas bases de datos – Dialnet, Kantar, GfK, Teseo, diferentes libros, Bloomberg, informes de banca (Lehman, JPMorgan, Citi, Goldman), estadísticas (morosidad de banca, *real estate*, etc.) de

organismos oficiales, como el *World Bank Data Base*– utilizando las siguientes palabras clave, entre otras: Cisnes negros, Campana de Gauss, Riesgo, *VaR*, Cartera, Inversión, Mercados Financieros, Crisis Financiera, Derivados, *Stop Loss*, *Flash Crash*, *Venture Capital*, Asimetría de Información, Problema de Agencia, *Mergers & Acquisitions*, *Takeover*. A lo largo de la realización del trabajo de investigación se procederá a su filtrado y análisis.

En cuanto a la parte cuantitativa, se tratará de mostrar el contraste entre los modelos teóricos y la realidad bursátil, utilizando estas diferencias para apuntar claves y diseñar estrategias de arbitraje en el marco de las operaciones corporativas que puedan ser de utilidad.

De esta manera el enfoque general de la investigación y de la metodología utilizada combinará el proceso deductivo, con la intención de establecer las pautas definitorias para comprender cuándo la utilización de un modelo es aceptable; con el proceso inductivo, a través del cual analizaré la propia incorrección estadística de dicho proceso, comparando el resultado que reflejaría dicho proceso con resultados reales en los mercados ocurridos en el pasado.

Para todo ello, en cualquiera de los análisis de tipo cuantitativo a realizar en el trabajo de investigación, se utilizarán una variable principal: el precio de los activos financieros objeto de estudio. Esta variable se hará depender del tiempo, la volatilidad de otro activo, etc., para los diferentes contrastes y análisis. El universo serán diferentes valores e índices, entre los que seleccionaremos algunos como muestra, buscando comprobar si sus variaciones son más bruscas de lo que marcan los modelos clásicos de gestión del riesgo.

CAPÍTULO II.- APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL A LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DEL RIESGO

2.1.- El concepto de cisne negro: relatividad e importancia

Según se ha mencionado en la introducción, la definición clásica del cisne negro (Taleb, 2007) categoriza como tales a aquellos sucesos que cumplen tres condiciones:

1. Son sucesos altamente improbables. O, mejor dicho, se trata de valores atípicos que escapan a las expectativas racionales “*a priori*” sobre una variable de la realidad. No se trata así únicamente de sucesos a los que se les asigna una baja probabilidad de suceder, sino de aquellos que escapan a nuestra comprensión respecto a que puedan siquiera efectivamente llegar a suceder en el futuro.
2. Su impacto es extremo. Los efectos derivados de la aparición de un cisne negro han de tener consecuencias muy relevantes sobre la variable objeto de observación. De esta manera, una sola observación extrema puede convertirse en la verdadera causa de evolución o involución en un entorno, convirtiendo en irrelevantes las observaciones “típicas”. Este segundo aspecto es el más relevante en el estudio de los eventos extremos. Día tras día, nos enfrentamos a numerosos eventos atípicos que no nos paramos a analizar por su escaso impacto, y de los que apenas somos conscientes. Por ejemplo, si el desastre nuclear de Chernóbil hubiera consistido en un mero sobrecalentamiento del reactor nuclear, que hubiera conseguido ser fácilmente controlado (suceso improbable, pero sin consecuencia alguna), no se habría generado el terrible impacto medioambiental y socioeconómico en la zona. Por desgracia, el reactor explotó, lo que permite clasificar dicho accidente nuclear como un cisne negro debido a, principalmente, el gran impacto de un suceso *a priori* inesperado.
3. La naturaleza humana tratará de convertirlos en explicables *a posteriori*, encajando lo ocurrido en un modelo o una cadena causal perfecta, sin tener en cuenta el azar. De esta manera, transformamos dicho un suceso impredecible en uno explicable y, de esta manera, predecible.

La Historia, en sí misma, es un perfecto ejemplo de esto (aportaciones en este sentido se las debemos a Popper, Hayek o Kuhn, entre otros). Hablamos de una rama estudiada y explicada en los libros como una perfecta cadena causal de acontecimientos relacionados,

explicables, intuitivos y perfectamente lógicos, encadenados todos los efectos a causas definidas y explicadas *a posteriori* por numerosos historiadores. Sin embargo, todas estas explicaciones son solo ilusión de comprensión, pues la mente humana tiende a simplificar los hechos para categorizarlos y encajarlos respecto de algo observado, generalizando dichos conceptos para aquello no observado. De esta manera, cometemos los más diversos errores de comprensión de una realidad: sesgos de confirmación, de supervivencia, etc. Los millones de “causas” que, encadenadas, provocan una consecuencia –y entre las que, por supuesto, se encuentra el azar– son reducidas a la mínima expresión, simplificadas para poder ser comprendidas en una perfecta cadena henchida de consecuencialismo. Y, evidentemente, en la selección posterior de las causas, seleccionaremos aquellas que aparentemente explican de manera lógica el resultado, descartando todo aquello que no lo hace.

La Historia está llena de azar, de golpes del destino, y habría variado de una manera inimaginable apenas cambiando unos pequeños detalles. *Si* el archiduque Francisco Fernando de Austria hubiera cambiado de ruta en Sarajevo en 1914 tras un primer intento de atentado, como estaba planeado⁸, tal vez la bala que lo alcanzó, desencadenando la Primera Guerra Mundial, no lo habría hecho, cambiando así el curso de la historia. *Si* un moho no hubiese caído y contaminado el cultivo de bacterias que el doctor Alexander Fleming cultivaba en su desordenado laboratorio en 1928, nunca se habría descubierto la penicilina. *Si* el cuarto avión de los atentados del 11-S, cuyo objetivo era el Capitolio de los Estados Unidos, no se hubiera estrellado en campo abierto como consecuencia de una rebelión de sus ocupantes contra el comando terrorista que lo pilotaba, contaríamos hoy una historia muy distinta. Es evidente que los grandes eventos históricos cambian si cambiamos pequeños eslabones de la cadena causal⁹. Esto convierte a la Historia, como a muchas otras disciplinas, en algo explicable *a posteriori*, pero impredecible *a priori*, dada la complejidad de factores que, unidos todos ellos, dan como resultado un suceso.

Pero no se nos debe olvidar que un cisne negro es también un suceso que no ocurre cuando se espera que así sea. Muchas veces, esto produce grandes shocks en los mercados financieros, que se mueven con base en las expectativas de sus participantes. Tal y como

⁸ Sin embargo, los conductores de los carruajes no fueron informados, ya que la persona encargada se encontraba herido en el hospital

⁹ Pese a que estos ejemplos no hayan sido sacados de dicho libro, se pueden encontrar muchos más ejemplos acerca de cómo el azar ha influido en la Historia en el libro “*Chiripas de la historia: una antología de las casualidades más increíbles que han forjado el destino de la humanidad*”, de Ugidos González

decíamos en la introducción, son aquellos momentos en los que no se cumple una predicción que parece evidente cuando los precios de los activos financieros sufren sus mayores variaciones. Por ejemplo, es evidente que la mayoría de los inversores del IBEX 35 esperaban un resultado diferente en relación con los resultados del referéndum del Brexit celebrado el 23 de junio de 2016 pues, al día siguiente, dicho índice sufría la mayor caída de su historia; un nada despreciable 12,35%.

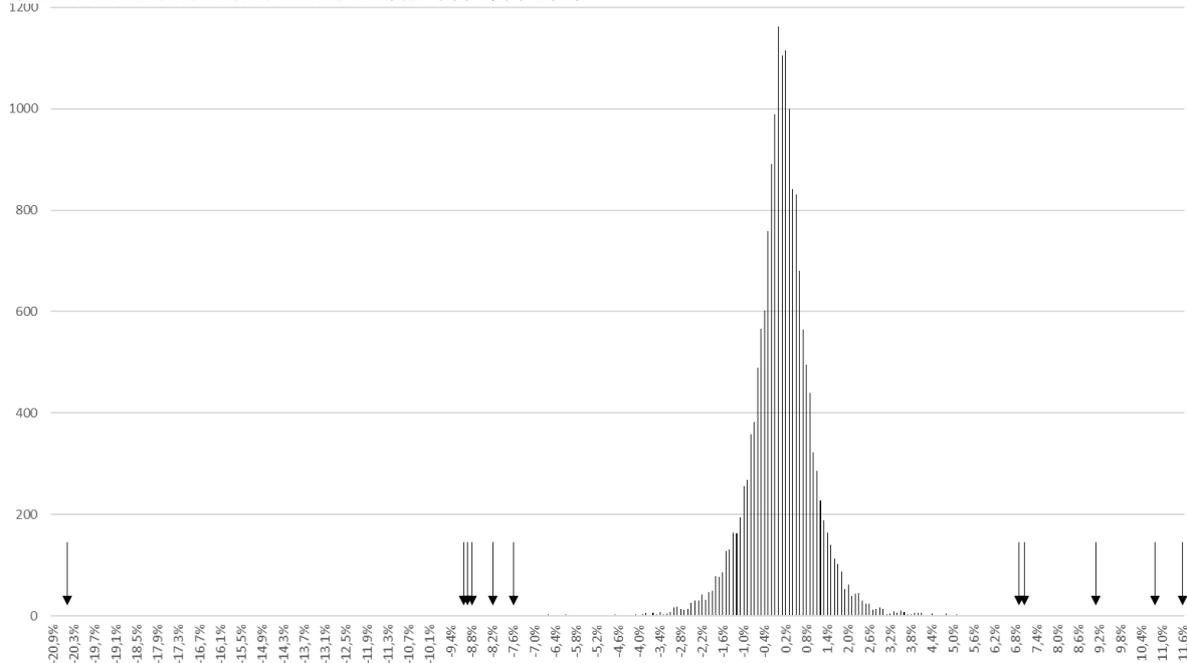
Estos característicos eventos, que afectan a las más diversas ramas de conocimiento, no son ni mucho menos una excepción en el mundo financiero y bursátil. Mucho se ha escrito acerca de la eficiencia de los mercados financieros, encontrándose comúnmente aceptada por muchos profesionales la hipótesis del *random walk* enunciada por el matemático francés L. Bachelier (1900). Esta teoría establece que los precios de los activos financieros evolucionan de manera aleatoria, lo que hace imposible la predicción –al menos a corto plazo– de los precios futuros del activo financiero en cuestión. Por tanto, según Bachelier, las variaciones de precios positivas y negativas se producen con la misma frecuencia y distribución. De esta manera, mediante el análisis de los precios pasados no se pueden predecir los precios futuros (disciplina tratada por el denominado “análisis técnico”), pues los precios de hoy son completamente independientes de los de ayer, y no se ven afectados por ellos. Tampoco se puede predecir la evolución del precio mediante el análisis de los indicadores fundamentales de la compañía que se encuentra detrás del activo financiero (“análisis fundamental”), pues la hipótesis de eficiencia de los mercados determina que dicha información ya se encuentra reflejada en el precio (Fama, *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, 1969).

Sin embargo, aceptar la teoría del matemático francés en su totalidad implica reconocer que las variaciones de precios son evaluables y se distribuyen conformando una distribución que denominamos “normal” –tan evidente debe de ser para los estadísticos–. En cambio, y tal y como veremos más adelante, una rápida observación empírica de los mercados financieros nos demostrará que la realidad de las variaciones está muy lejos de confluir en una distribución como la aquí citada. Esto se debe, entre otras razones, al incremento de la volatilidad del mercado, que cada vez se va viendo afectado por más factores y ganando en complejidad –operaciones mediante algoritmos o *automated trading*, interrelación creada por la globalización, sentimiento de los inversores (“*behavioural finance*”), incremento de la operativa financiera y facilidad de acceso a la misma, periodos de volatilidad concentrada,

etc.—, lo que motiva la aparición, cada vez más continua, de oscilaciones bruscas en los mercados.

Observemos por ejemplo el gráfico de distribuciones diarias del S&P 500 entre 1950 y 2018 (17.360 observaciones):

Gráfico 2.1: Distribuciones diarias del S&P 500 1950-2018



Fuente: elaboración propia, datos históricos extraídos de Investing.com

Como podemos ver, es evidente que la mayoría de las observaciones se concentran en torno al cero. Sin embargo, destacan en el gráfico dos conclusiones clave a simple vista, a las que posteriormente haremos referencia desde una perspectiva cuantitativa:

1. Parece que los valores se concentran en torno a la media de forma más extrema que en la campana de Gauss, y conforme nos alejamos ligeramente, el número de observaciones desciende de manera brusca.
2. Sin embargo, este descenso exponencial no es tan “exponencialmente constante” como cabría esperar de una distribución normalizada, pues encontramos observaciones muy relevantes muy alejadas de la media (-20,47% la más alejada por el extremo izquierdo; varias observaciones entre -9% y -7,5%; varias entre el +6,8%, +11% y la más alejada por la derecha de +11,58%). Esto nos hace pensar que el mercado “polariza” las observaciones hacia la media y los extremos respecto de la distribución gaussiana.

Para reforzar este análisis, quepa destacar que el S&P 500 en este periodo –es decir, la distribución representada en la campana– presenta una media de 0,03% y una desviación típica de 0,96%. Para simplificar, si el S&P 500 siguiera una distribución normal de sus porcentajes de variaciones de distribuciones diarias, esta sería prácticamente la de una estándar (media = 0, distribución típica = 1). En esta distribución, una observación con una variación de -20,47% (la más alejada) o inferior tendría una probabilidad de suceder de aproximadamente 2×10^{-93} , lo que implica que necesitaríamos unos $5,02 \times 10^{92}$ días para dar con dicha observación, cuando en la realidad ha sucedido en uno de los 17.360 días objeto de nuestro análisis. No se puede ni explicar con números comprensibles la infravaloración que este modelo da a observaciones de -20,47%.

Si, por el contrario, se tomara una observación mucho menos extrema, -5% o menos de variación diaria, según la distribución normal estándar su probabilidad de ocurrir en un día es de 0,000029%, por lo que necesitaríamos más de 34.885 días para encontrar una de aquellas observaciones. Pues bien, en la muestra inicial, de 17.360 días, encontramos 24 observaciones inferiores al -5% de variación diaria, lo que, extrapolado a esos 34.885 días, supondría más de 48 observaciones. En resumen, la distribución normal ha infraponderado la probabilidad de variaciones inferiores al 5% en casi 50 veces.

Y esto es más extremo aun en el caso de valores individuales, que pueden ser más volátiles, dado que el índice está diversificado entre 500 valores, y también si seleccionamos un rango de fechas más estrecho y próximo a la actualidad, pues la volatilidad ha aumentado en las fechas más recientes (1,12% de desviación típica en el rango 1985-2018 frente al 0,96% mencionado en el periodo).

Es importante remarcar la relevancia que dichas observaciones tienen sobre el mercado y de lo que, en general, tienden a ser infravaloradas. Tal es la importancia y la minusvaloración de los días extremos que, según un informe de la SICAV LIERDE (2018), si únicamente se hubieran perdido los 28 mejores días en diez años (aproximadamente un 1% del total de sesiones bursátiles del periodo) entre 2008 y 2018 del S&P 500, *“nuestra rentabilidad habría sido negativa¹⁰, frente a una rentabilidad del 100% de dicho índice en*

¹⁰ Concretamente, -58,28%, lo que supone no únicamente que la rentabilidad haya sido negativa, sino haber perdido más de la mitad de la inversión (ver gráfico relativo a la evolución del S&P 500, en la página siguiente)

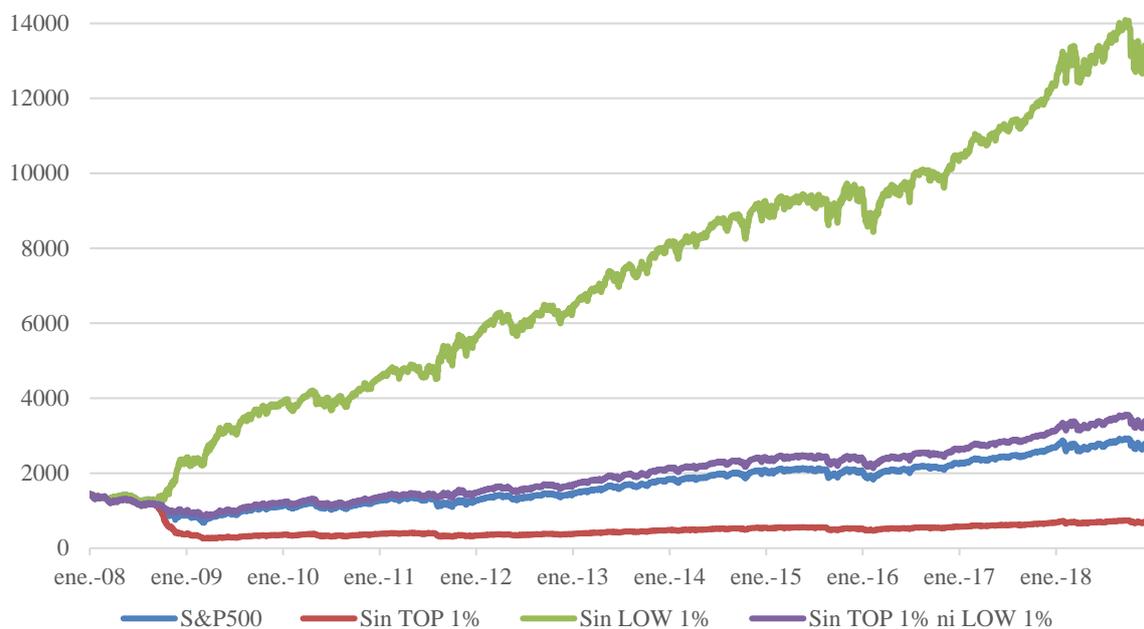
este periodo”¹¹ (según nuestros datos, una diferencia de rentabilidad de 131,51 puntos porcentuales), mientras que si se hubieran perdido el 1% peor, nuestra rentabilidad habría sido superior al 700% (a lo que también contribuye el efecto del interés compuesto), lo que hace evidente que errores de *timing* en relación con los momentos de entrada y salida del mercado pueden ser cruciales, y resultar en pérdidas en carteras con alta generación de valor a largo plazo.

Por otro lado, para analizar el argumento de irrelevancia de las observaciones extremas debido a la compensación de los contrarios (Davis, 2003), se ejecutó un análisis eliminando el 1% de observaciones superiores e inferiores en el periodo, para comprobar si la rentabilidad era similar al 73,23% mencionado. El resultado fue de 100,57%, por lo que no solo las diferencias son relevantes, sino que además el *timing* es fundamental –además, la mayoría de las mayores caídas (y subidas) se produjeron en periodos próximos, donde la volatilidad era alta–. En este sentido, y a meros efectos didácticos, hemos de recordar que los porcentajes de variación son engañosos, pues aquello que baja un 50% un día debe subir un 100% al siguiente para recuperar el nivel previo, y que el inversor no pierda dinero.

¹¹ Aunque eso es lo que se expone en el informe de LIERDE, en el periodo analizado en realidad dicha rentabilidad habría sido del 73,23%, a consecuencia de las fuertes caídas en el índice en los últimos dos meses de 2018, probablemente no incluidas en la valoración

Representamos en el siguiente gráfico la que habría sido la evolución del índice eliminando dichos valores extremos, para que el lector pueda juzgar su relevancia desde una perspectiva gráfica:

Gráfico 2.2: Evolución del S&P 500 2008-2018 por escenarios



Fuente: elaboración propia, datos históricos extraídos de Investing.com

Tras el análisis realizado sobre la realidad de las observaciones extremas en los mercados y la pequeña introducción sobre cómo estos pueden afectar a los mercados financieros desvirtuando la hipótesis de normalidad de sus variaciones, nos gustaría profundizar en otra de las problemáticas relacionada con el concepto del cisne negro, pues aquéllos presentan una característica de especial trascendencia, que es su relatividad, especialmente en procesos basados en información asimétrica. De esta manera, no siempre las características de estos eventos se cumplen para todos los observadores de una misma situación a un mismo tiempo. Más adelante tendremos la oportunidad de desarrollar los efectos de la asimetría de la información en el mercado, con una especial referencia a cómo afecta dicha asimetría a las operaciones corporativas.

En este sentido, y pese a ser una referencia literaria, es conveniente citar unos versos del poema “Las dos linternas”, del poeta español Ramón de Campoamor (1845):

*“Y es que en el mundo traidor
nada hay verdad ni mentira;
todo es según el color
del cristal con que se mira.”*

Dentro de las características de un cisne negro, habíamos mencionado que se trata de sucesos altamente improbables. Pues bien, lo improbable puede serlo para una cierta clase de observadores y no para otros o, con referencia al poema transcrito, “*el color de un cisne depende de quién lo observe*”, pues la información con la que contemos o la previsibilidad o exposición que le demos a un suceso es el “cristal” a través del que miramos el color de dichos cisnes. Si no contamos con dicha información, nunca podremos llegar a plantearnos la ocurrencia de un cisne negro ya que, como expresa de forma literaria Lorenzo A. Preve, “*con los ojos cerrados, todos los cisnes son negros*” (Preve, 2015).

Es evidente pues que, a más información, conocimiento y análisis de riesgos –no desde una perspectiva matemática cuantitativa y modelizable a través de la campana de Gauss, sino cualitativa, fundamental y abierta a entender de dónde pueden surgir estos riesgos–, podremos ser capaces de saber que no sabemos cosas que, previamente, no sabíamos que no sabíamos (se trata de reducir los “*unknown unknowns*” a través de ese análisis u otros métodos como la teoría fractal, buscando convertir esos cisnes negros en grises (Mandelbrot & Hudson, 2006) para, al menos, darnos cuenta de que pueden tornarse realidad). Parece lógico pensar que aquello que daña solo puede surgir de fuentes de incertidumbre, ya que lo que sabemos no puede sorprendernos y dañarnos. Por ello, la idea trata de conocer lo máximo posible dichas fuentes de incertidumbre o, al menos, saber de su (posible) existencia.

Volviendo a las referencias artísticas, Pablo Picasso decía que “*la inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando*”. Pues con los cisnes negros se puede hacer un paralelismo evidente: no podemos conocer ni predecir el riesgo, pero sí saber que existe y conocer sus fuentes de manera que, cuando llegue, nos encuentre preparados. No podemos –permítasenos la literariedad–, pretender ganar la lotería sin comprar ningún boleto. Y es que el problema no trata de aquello que no sabemos, sino de aquello que no sabemos que no sabemos, que es donde se encuentran las zonas más oscuras y los riesgos más importantes. Existe así incertidumbre sobre cuáles son las fuentes de incertidumbre, pues no conocemos ya no el riesgo, sino desde dónde este nos puede llegar.

Y, de esta manera, diferentes sujetos pueden tener diferentes exposiciones a las fuentes de incertidumbre, lo que es una de las principales razones para que se prohíba la información privilegiada. En este sentido, si por ejemplo el Gobierno, de manera inesperada por el mercado, fuera a eliminar la rentabilidad mínima garantizada del sector de las energías renovables, esto no sería un cisne negro para los encargados de dicha modificación

(Consejo de Ministros, Secretarios de Estado relacionados con el asunto, etc.) pero probablemente supondría uno para los accionistas de las compañías que se dedican a la explotación, distribución y comercialización de fuentes de energía renovables. En este sentido, la asimetría de la información es algo extremadamente relevante y convierte a los cisnes negros en conceptos relativos por lo que, pese a la extensión con la que se podría tratar el tema, hemos considerado fundamental su estudio en el marco de la asimetría de la información en operaciones corporativas –Capítulo III–.

Por otro lado, y al margen ya del rasgo de relatividad, se concluye con un breve comentario alineado con la actualidad –y más dado aún dado que gran parte del mismo hace referencia a las operaciones corporativas– relativo al fenómeno de la concentración empresarial y su efecto en los mercados y los cisnes negros. Así, creemos que es importante recalcar que, en nuestra opinión y de una manera ciertamente intuitiva, las “*Merger Waves*”, u olas de concentración empresarial¹², pese a que puedan suponer una disminución en la probabilidad del riesgo asociado a una compañía (si esta es más grande y tiene más recursos y más diversificación de clientes y negocio, se entiende que tiene menos probabilidad de quiebra, aunque esto haya sido discutido por cierta doctrina), también implican que su quiebra tenga unos efectos mucho más devastadores sobre la economía y cause cisnes negros más grandes, lo que hace muy relevante la gestión de riesgos en compañías, especialmente cuando su tamaño puede poner en riesgo al propio sistema.

2.2.- Las llamadas “colas despreciables” de la Campana de Gauss

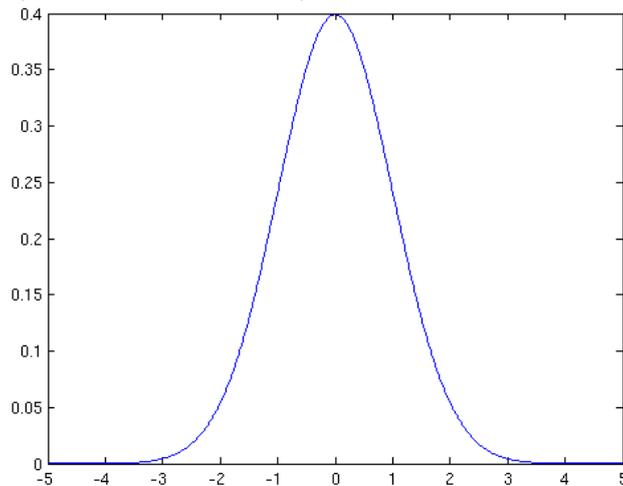
La distribución normal estándar (aquella con media igual a cero y desviación típica igual a uno) se denomina así por ser la distribución de probabilidades más frecuentemente observada y utilizada en toda clase de modelos de distribución –incluidos los financieros– y su representación gráfica sigue esta forma¹³, determinada conforme a la función $f(x) =$

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} :$$

¹² Con especial referencia a la consolidación bancaria que puede estar comenzando en la UE, por ser este uno de los sectores de mayor incertidumbre y generación de cisnes negros en una economía moderna. Mencionamos también la industria de los seguros y los reaseguros, que cada vez se expone a pérdidas más catastróficas (más cuanto más grande es la compañía)

¹³ La llamada “Campana de Gauss”

Gráfico 2.3: Representación gráfica de la Campana de Gauss (distribución normal estándar)

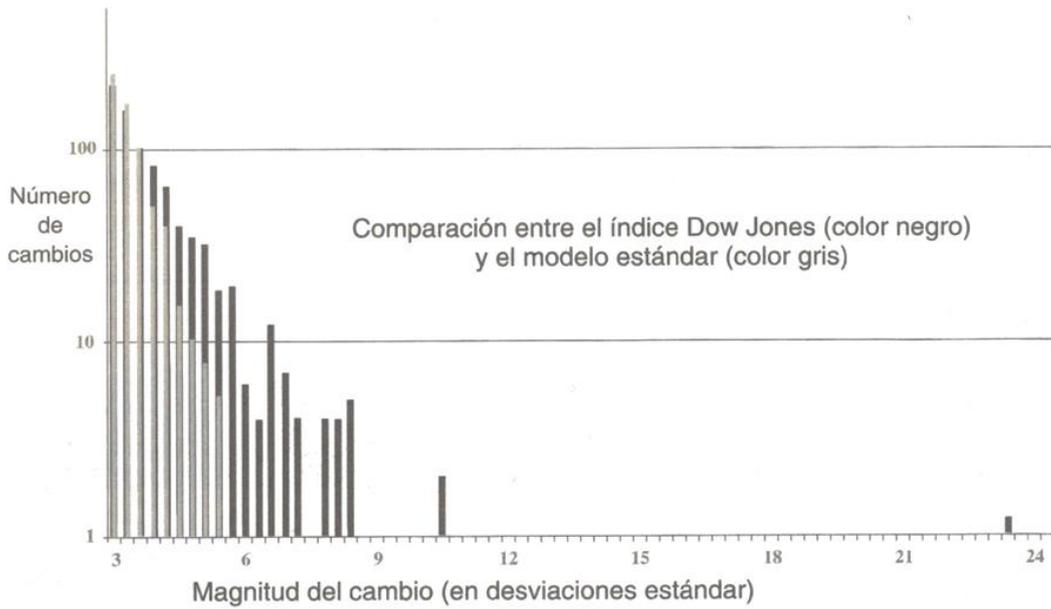


Fuente: elaboración propia utilizando MATLAB

En dicho modelo, la mayor parte de las observaciones se concentran en torno al valor medio, y dicha frecuencia va disminuyendo drásticamente (de manera exponencial, más y más rápido) cuanto más nos alejamos de la media. Dicha “exponencialidad en la disminución” es una de las cualidades más características de la distribución pues, según este modelo, la probabilidad de que ocurra un suceso es cada vez más y más (exponencialmente más) pequeña según nos alejamos del valor medio de la distribución.

Es por esto por lo que cualquier cálculo de incertidumbre que se base en la distribución gaussiana descarta completamente (o reduce a un mínimo absurdo) la probabilidad de grandes discontinuidades o saltos en la variable objeto de observación. Y peor aún: no solo infravalora la posibilidad de ocurrencia de dichos sucesos “atípicos”, sino que no es capaz de cuantificar el impacto que una de estas observaciones extremas pueda tener sobre la población estadística objeto de análisis. De hecho, es una característica habitual de los eventos situados en las colas de la campana el de tener un impacto dramático, y habitualmente son generadores de cisnes negros.

Gráfico 2.4: Comparación entre el índice DJIA y la distribución estándar



Fuente: (Mandelbrot & Hudson, 2006)

En esta distribución, el 68,26% de los datos se encuentran en una banda de ± 1 desviación típica respecto de la media, y así:

- $\mu \pm 2\sigma$ contiene el 95,46% de los datos
- $\mu \pm 3\sigma$ contiene el 99,73% de los datos
- $\mu \pm 4\sigma$ contiene el 99,9937% de los datos
- $\mu \pm 5\sigma$ contiene el 99,999943% de los datos
- $\mu \pm 6\sigma$ contiene el 99,999998% de los datos
- Etc.

Vamos a comparar dicha distribución de porcentaje de observaciones con la observada en el S&P 500 en el periodo 1985-2018:

Tabla 2.1: Comparación de intervalos entre la distribución normal estándar y el S&P 500 1950-2018

Intervalo	Distribución normal estándar	S&P 500 1950-2018	% de variación en los no contenidos ¹⁴
$\mu \pm \sigma$	68,26%	79,87%	-36,58%
$\mu \pm 2\sigma$	95,46%	95,73%	-5,95%
$\mu \pm 3\sigma$	99,73%	98,79%	348,15%
$\mu \pm 4\sigma$	99,9937%	99,50%	7836,51%
$\mu \pm 5\sigma$	99,999943%	99,76%	420952,63%
$\mu \pm 6\sigma$	99,999998%	99,86%	6999900,00%

Fuente: elaboración propia, datos históricos del S&P500 obtenidos de Investing.com

Aunque a simple vista pueda no parecerlo, estos números son demasiado diferentes como para ignorarlos. Observemos el caso más extremo del análisis, $\mu \pm 6\sigma$. En la distribución normal estándar, se precisan 50.000.000 de días bursátiles para dar con una observación de esas características –esto es, casi 200.000 años. Sin embargo, en la distribución que ha seguido el S&P 500 en el periodo observado, la expectativa de ocurrencia de esta observación extrema es de 877 días, algo menos de 3 años y medio. Y estas ineficiencias entre cómo operan algunos matemáticos y su forma de realizar modelos y la evidencia fáctica es lo que se tratará de explotar en los siguientes capítulos para gestionar las colas –que son las variaciones más relevantes– de la manera más beneficiosa posible en el marco de un proceso de adquisiciones.

Es evidente que, para los modelos gaussianos, el modo de percibir la realidad consiste en el estudio de lo ordinario, tratando de manera incidental y secundaria los sucesos excepcionales como algo anormal de la naturaleza estadística. En estas distribuciones, los datos atípicos son cada vez más improbables (conforme nos alejamos de la media), por lo que podemos despreciarlos sin peligro alguno. Pero existe otra forma de analizar ciertas

¹⁴ Esta columna muestra la sobre o infravaloración en el S&P 500 de los valores de cada intervalo de la distribución normal estándar. Para ello, se comparan los porcentajes de observaciones no incluidas en cada intervalo entre el S&P 500 y la distribución normal. Por ejemplo, la primera celda de la columna nos indica que el S&P 500 presenta un 37% menos de datos no incluidos en el rango $\mu \pm \sigma$ de lo que debería conforme a la distribución normal –esto es, presenta mayor concentración de datos en torno a la media de lo que debería–. La última celda nos indica que el S&P 500 presenta un 7.000.000% más de datos no contemplados en el intervalo $\mu \pm 6\sigma$ de lo que debería conforme a una distribución normal

poblaciones de datos (Mandelbrot, Taleb, entre otros), que consiste en centrarse en lo extraordinario, en tratar lo improbable como punto de partida y subordinar lo ordinario a lo atípico, pues los efectos de tiene un dato atípico son incalculablemente mayores. Las colas de la campana pasan así de ser datos despreciables, a ser el único objeto de estudio relevante de la campana, despreciando todo lo ordinario.

Aun asumiendo la irrealidad de la aplicación de la campana al modelo bursátil, aprender a gestionar las colas puede convertirse en la tarea más relevante de un modelo de distribución de probabilidades. Entender este punto es tan sencillo como preguntarnos si es más relevante para nosotros un movimiento de tamaño 1 con una probabilidad del 50%, o un movimiento de tamaño 1.000 con una probabilidad del 1% —es evidente que la esperanza de probabilidad de movimiento de la variable es mayor en el segundo caso—, por lo que no parece adecuado despreciar la segunda de las opciones por improbable cuando su esperanza de alterar el mercado es superior. Así, es importante que no despreciemos escenarios con base en su probabilidad, sin antes plantearnos la magnitud o relevancia de las consecuencias, en dicho escenario, para la variable observada.

2.2.1.- Análisis de las premisas de los modelos de gestión de carteras y pricing: modelos de Markowitz, Value At Risk (VaR), CAPM de Sharpe o Black-Scholes

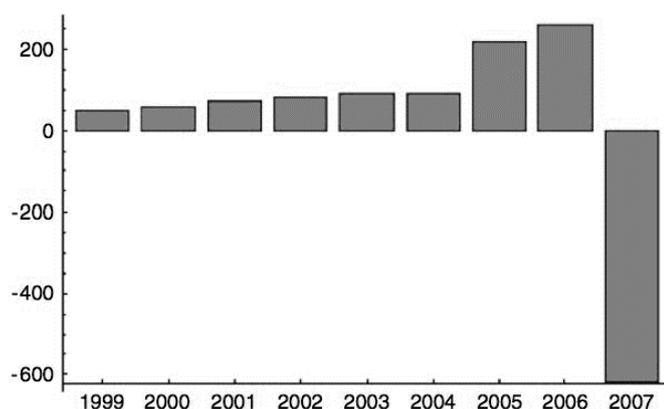
Para empezar a analizar los efectos y limitaciones que las metodologías que utilizan la campana de Gauss para modelar una realidad financiera tienen, el estudio se centra en la tan extendida y probablemente más popular metodología del cálculo de riesgo conocida como *Value at Risk (VaR)*, en su modalidad de cálculo denominada “Varianza-Covarianza o Delta Normal o Paramétrico” (JP Morgan Bank; Reuters, 1996).

Este tipo de medida del riesgo presupone que la distribución de los rendimientos de un activo sigue una curva de densidad de probabilidad normal. La definición clásica del *VaR* es la “*pérdida máxima que puede tener una inversión en un determinado horizonte temporal y con un determinado nivel de confianza*” (Cervera Conte, 2018). Esto significa que, con base en los datos históricos respecto de un activo financiero dado, el *VaR* nos permite calcular a un nivel de confianza concreto, la pérdida máxima que puede tener un inversor en un marco de tiempo delimitado. Por ejemplo, un *VaR* anual del 5% sobre un nominal de 1.000.000 €

con un nivel de confianza del 95% significa que, en el 95% de los casos, nuestra pérdida no superará los 50.000 €.

Sin embargo, peor que la evidente limitación que existe en esta metodología respecto de la utilización de información del pasado, asumiendo que dichas variables se mantendrán constantes (pues asume el determinismo de la volatilidad y la rentabilidad del activo), y peor aún que la incorrecta asunción de normalidad de la distribución de los rendimientos es el hecho de que dichas metodologías no nos pueden estimar –ni siquiera aproximar– nuestra pérdida potencial si nos encontramos fuera del nivel de confianza. Esto es, que en el 95% de los casos nuestra pérdida no supere los 50.000 € no significa que en el 5% restante nuestra pérdida sea (o se aproxime a) 50.000 €. Cuando no nos encontremos en el intervalo de confianza (es decir, nos aproximemos a las colas, donde los efectos suelen ser devastadores), la pérdida potencial puede ser inmensa.

Gráfico 2.5: Variaciones en la cotización de Indy Mac



Fuente: (Taleb & Sandis, *The Skin In The Game Heuristic for Protection Against Tail Events*, 2013)

El gráfico anterior, por ejemplo, corresponde a las variaciones en la cotización de Indy Mac, una empresa financiera que quebró durante la crisis de las hipotecas *subprime*. No existían indicios en el año 2006, y menos el cálculo de su *VaR*, que nos hicieran pensar en lo que ocurriría al año siguiente: la empresa quebró, y la “pérdida potencial” para sus inversores fue del 100%.

De hecho, todos los modelos basados en datos históricos o que asuman que la distribución de estos es normal desprecian el efecto que la ocurrencia de un suceso “improbable” o “atípico” puede tener sobre el resultado final.

Por ejemplo, los modelos de Markowitz parten de los erróneos conceptos de “rentabilidad esperada” y “desviación estándar” de la cartera. Por supuesto, estos conceptos contienen tachas de base. En primer lugar, la referencia temporal que utilicemos para su cálculo modifica inmensamente el resultado, y no podemos tener certeza de cuál es la referencia temporal correcta que debemos utilizar.

Tabla 2.2: Rentabilidad y desviación típicas anualizadas del S&P500 en función del intervalo temporal escogido

Rentabilidad S&P 500 anualizada (CAGR)¹⁵						
Años	30	20	10	5	3	1
	7,64%	3,82%	12,64%	8,71%	11,80%	-3,90%

Desviación típica S&P 500 anualizada						
Años	30	20	10	5	3	1
	14,47%	14,89%	12,77%	11,19%	11,36%	16,42%

Fuente: elaboración propia, datos históricos del S&P500 obtenidos de Investing.com

En segundo lugar, la idea ya reiterada a lo largo del trabajo de que no existe certeza en que una tendencia se mantendrá en el futuro.

Mismas consideraciones respecto del modelo CAPM de Sharpe (1964), y cualquier otro que utilice la *beta* para su cálculo. Aunque se han propuesto alternativas para el cálculo de esta variable que no se basan en series históricas, la realidad es que en la mayoría de los casos implica una regresión de rentabilidades de un precio de un activo financiero sobre las del mercado (sobre su índice de referencia). Igual que lo dicho respecto de Markowitz, ¿en qué marco temporal? ¿cómo podemos pensar que esa correlación se va a mantener estable a lo largo del tiempo? o ¿cómo incluimos en su cálculo otros factores que hayan variado en la compañía, como un plan estratégico más arriesgado, una reorientación de su negocio, etc.? Además de ello, también debería llamarnos la atención la existencia de un activo que esté verdaderamente “libre de riesgo” (Fama & French, 2004), como asume el modelo y, por tanto, para asumirlo como tal, habríamos de cuestionarnos si dichos activos financieros están libres de todo evento extremo que pudiera afectar a la solvencia de un país.

¹⁵ Resultados calculados a 1 de febrero de 2019, elaboración propia

Y, por último, algunos comentarios sobre el modelo Black-Scholes¹⁶, utilizado para valorar opciones (Black & Scholes, 1972). Este modelo presenta un doble problema desde el punto de vista de la historicidad del cálculo y la normalidad asumida de la variación en las rentabilidades del activo subyacente de la opción valorada, que ya se han mencionado respecto de los otros modelos analizados. La fórmula de cálculo del modelo es la siguiente:

$$C(S, \sigma, r, K, T - t) = S\mathcal{N}(d_1) - Ke^{-r(T-t)}\mathcal{N}(d_2)$$

siendo $\mathcal{N}(\cdot)$ la función de densidad acumulada de una variable normal estándar, lo que asume, por tanto, dicha característica en la distribución de la variación de las rentabilidades del activo subyacente.

Por otro lado, en la fórmula de cálculo de las variables d_1 y d_2 se incluye la desviación típica de dicha variación de rentabilidades, con lo que nos volvemos a encontrar ante el problema de la extrapolación a futuro de la volatilidad pasada, con el problema de la selección del intervalo temporal a utilizar para su cálculo y, además, con la implícita asunción de que la volatilidad del precio de dicha opción y la del activo subyacente son iguales –cuando esto no es así–. En este sentido, de manera añadida y como se ha demostrado anteriormente, la volatilidad que se observa en la realidad es estocástica, pues varía en función del tiempo, mientras que la volatilidad del modelo Black-Scholes es determinista –no varía en función del tiempo–.

Muchos profesionales a los que planteemos estas críticas nos dirán que estos modelos no buscan darnos un resultado concreto, sino que se trata de meras aproximaciones. Estos errores no son, ni se pueden equiparar en ningún caso, a errores en la aproximación. Como ya hemos establecido, los mercados financieros no cumplen en ningún caso una distribución siquiera similar, y esto no es tan relevante por la diferencia de probabilidades como por la magnitud de dicho error, el impacto de los eventos extremos.

¹⁶ En 1998, el fondo *Long Capital Term Investment*, nacido a principios de los años 90, con unos retornos increíbles (1994-1997) y gestionado por, entre otros gestores estrella, dos premios Nobel (Merton y Scholes –creadores del modelo Black Scholes), colapsó; principalmente debido al enorme apalancamiento con que operaba. Aunque fallar era muy improbable, cuando el fallo llegó (un fallo que, según los propios modelos de LCTM, ocurriría en uno de cada 1.000 millones de escenarios –aunque ocurrió en los menos de cinco años en que estuvo operando–), el apalancamiento generó un cisne negro de tal relevancia que acabó suponiendo la quiebra de un fondo que llegó a controlar más del 5% del mercado de renta fija mundial y fue considerado como el mejor y más grande *hedge fund* global

2.2.2.- *Supuestos empíricamente aceptables e inaceptables de uso del modelo*

Vilfredo Pareto fue un economista (entre otros intereses académicos) italiano. Su principal aportación académica fue la enunciación del famoso principio que lleva su nombre (1896), también conocido como la ley del 80/20¹⁷. Dicho economista observó que, en Italia, el 20% de la población poseía el 80% de la tierra. De esta manera, el principio aduce que un pequeño porcentaje de una población posee, produce, controla, etc., una gran mayoría de algo. Este principio fue posteriormente aplicado a otras muchas áreas –entre otras, la famosa clasificación ABC en la gestión de almacenes (Juran & Godfrey, 1999)–.

El principio de Pareto es un ejemplo empírico de que, muchas veces, una sola observación –o un pequeño grupo de ellas– es de tal magnitud que afecta inmensamente a la muestra. En la introducción de este trabajo hacía referencia a cómo nos afectaría encontrarnos con Jeff Bezos mientras medíamos el nivel medio de patrimonio de las personas que se encontraban en el interior de una Universidad. Pero existen numerosos ejemplos de este efecto “*winner takes it all*”.

Con base en este principio, se pueden dividir las poblaciones estadísticas en dos tipos, en relación con su potencial distribución de probabilidades, y que se comportan de una manera radicalmente distinta (Taleb, 2007)¹⁸. Existen una serie de datos a los que se puede aplicar la distribución normal sin mayores inconvenientes, y otros a los que no (y, por desgracia, las variaciones financieras y bursátiles se encuentran en este segundo grupo, pues el fenómeno financiero no presenta características que permitan tratarlo como un fenómeno gaussiano, como ya hemos visto).

En el primer grupo, no es posible que exista una observación tal que desvirtúe y modifique la totalidad de las características de la muestra. Será en estos supuestos donde sea aceptable la utilización de modelos de distribución normales. En este caso, existen limitaciones de tipo físico a la magnitud de la variable, que no permiten observaciones extremas. Aquí, incluso la observación más alejada de la media estará relativamente cerca de la misma, y no habrá nada que nos haga pensar que pudiéramos encontrar una observación con muchas desviaciones típicas de diferencia respecto del valor medio poblacional. Dentro

¹⁷ Aunque esta denominación es un poco azarosa en lo numérico, ilustra de una manera adecuada la idea que se trata de explicar

¹⁸ Literariamente, Taleb los denomina en sus libros “Mediocristán” y “Extremistán” (Taleb, 2007)

de este grupo y, por tanto, modelizables o aproximables a partir de distribuciones normales, encontramos variables de los siguientes tipos:

- a) Caracteres morfológicos o físicos de los seres (dentro de especies concretas) tales como sus pesos, medidas, volúmenes, etc.
- b) Caracteres sociológicos, como las notas de exámenes, el consumo propio de un producto por un grupo de individuos (entendiendo que existe una limitación a la cantidad de producto que puede ser consumido), las veces que se entra en un supermercado a la semana, etc.
- c) Caracteres fisiológicos, como las pulsaciones por segundo de los individuos, frecuencia respiratoria, presión arterial, temperatura corporal, oxígeno en sangre, nivel de glucosa, consumo de calorías por comida, etc.
- d) Caracteres psicológicos, como las puntuaciones en test de cociente intelectual, memoria, percepción, etc.

Como se puede apreciar, todos los ejemplos dados presentan una característica común: son físicos; esto es, cuentan con representación o base tangible.

Así, para que sea aplicable este modelo, deben darse dos condiciones necesarias (aunque no suficientes): 1) independencia en las observaciones o movimientos de la variable –observaciones anteriores no afectan al resultado de las posteriores puesto que, en ese caso, el sistema no funcionaría– 2) inexistencia de observaciones atípicas por existencia de limitaciones a su existencia.

Ninguna de estas condiciones se da en relación con poblaciones de variables económico-bursátiles, cuyo fenómeno no es de tipo gaussiano, y que no deben ser tratadas como tal.

Por otro lado, el segundo grupo de poblaciones está compuesto por aquellas en las que el agregado puede verse impactado de manera desproporcionada por una sola observación. Al contrario que en el primer grupo, no nos encontraremos con variables de tipo físico (o, por lo menos, las que se hallen en este grupo no contarán con limitaciones de tipo físico). Aquí nos encontraremos con materias de tipo social, económico, informacional, medidas del éxito de un producto, etc. –más probables de encontrar en el entorno moderno complejo en el que nos encontramos–. Las observaciones que registremos contendrán valores muy

desiguales, y aquí lo “típico” será encontrarnos con datos atípicos¹⁹. Por supuesto, este grupo de poblaciones son de las que surgen los eventos extremos, donde podemos encontrar cisnes negros.

Pese a que los dos grupos de poblaciones son compartimentos estancos sin solapamiento, esto no significa que las poblaciones siempre, para todo momento y en toda circunstancia se encuentren siempre en el mismo grupo, y no puedan variar. Por ejemplo, antes del s. XX, para ver una representación de una historia era necesario que tanto los actores como el público se encontrasen físicamente presentes en un teatro. El aforo a una representación de una historia estaba pues, limitado físicamente en función de la capacidad del teatro y el número de representaciones que se hacía de dicha obra. Con la popularización del cine tras la invención de los hermanos Lumière, ya no era necesario que los actores estuvieran físicamente presentes en la representación, pudiendo ser el relato grabado y exportado a diversas salas de cine, reproduciéndose en varias al mismo tiempo. Por supuesto, la variable “*número de visionados de una cierta historia representada*” se movía rápidamente desde la primera clase de variables de tipo gaussiano hacia la segunda clase. Con las cintas de vídeo, dicho fenómeno pasó a ser una variable en la que las observaciones podían ser desproporcionadas en función del *film* escogido. Imagínese pues dónde nos encontramos tras los videoclubs, los DVDs, la creación de servicios de vídeo bajo demanda, etc.

Aunque no es objeto de análisis en este trabajo de investigación, por la extensión que supondría, advertir que numerosos autores se han basado en la teoría fractal (Mandelbrot & Hudson, 2006) para analizar y convertir en manejables algunos de estos movimientos extremos, convirtiendo así a ciertos cisnes negros en los llamados “cisnes grises *mandelbrotianos*”, que ya han sido mencionados *ad supra* –aquellos que la teoría fractal nos indica que pudieran suceder, lo que nos permite, al menos, prever la posibilidad de que se produzca un cierto suceso –.

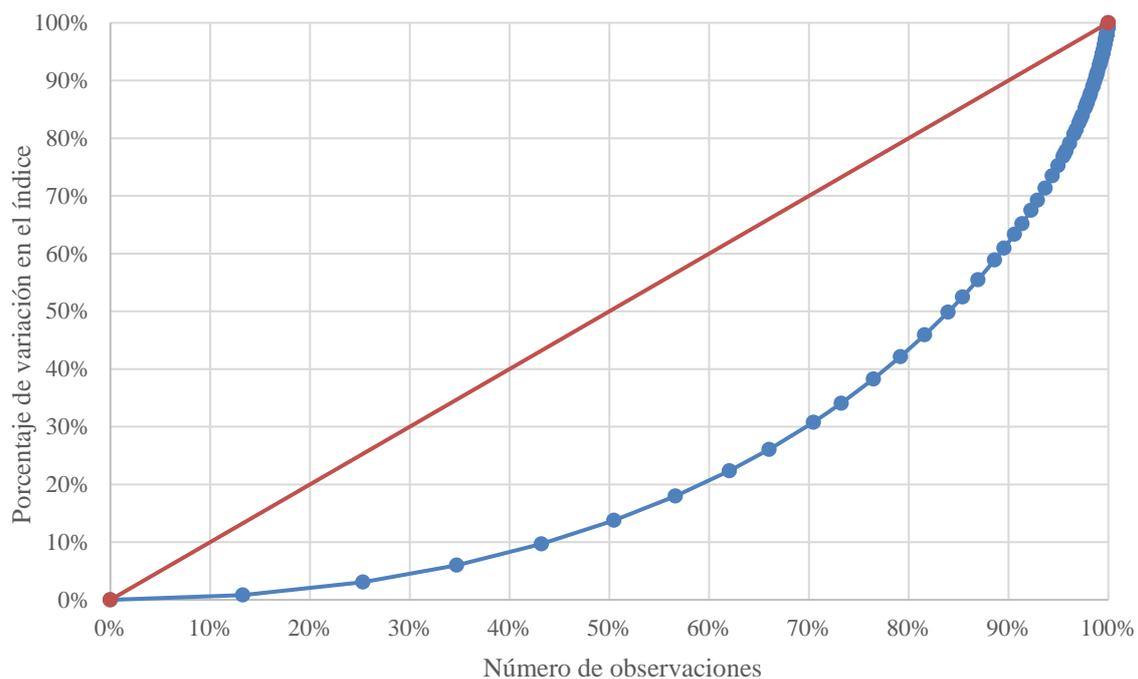
Es relevante remarcar que, en relación con la distribución de Pareto, principio mencionado al inicio de este apartado, el estudio plantea y analiza seriamente la posibilidad

¹⁹ Este tipo de distribuciones, al igual las distribuciones de Pareto, no siguen una ley exponencial (como la distribución normal), sino que siguen distribuciones que se asemejan más a una ley potencial (Mandelbrot & Hudson, 2006, pág. 37). En este tipo de distribuciones, las probabilidades extremas no declinan de forma tan abrupta, lo que da lugar a colas más gruesas. Así, cuanto más nos alejemos, más diferencia encontraremos en relación con dicho grosor

de que también esta distribución pueda sucumbir ante los efectos de la teoría fractal²⁰. Si aislamos al grupo minoritario que controla mayoritariamente un recurso, volveremos a encontrarnos con una observación similar. Dentro del grupo del 20% que posee un 80%, a su vez, un pequeño subgrupo controlará la mayoría de este 80%, y así independientemente del tamaño del grupo que aislemos –con el límite decimal de los individuos, en muestras demasiado pequeñas–.

Para proceder a un análisis de la desigualdad de los retornos financieros basándome en el principio de Pareto, se ha llevado a cabo un examen a través de la Curva de Lorenz de las variaciones, en valor absoluto, del S&P500 en el periodo 2008-2018 (pues, para analizar lo “extremas que son” nos es indiferente su signo). La curva resultante representa la distribución relativa del porcentaje de variación absoluta explicada en función del porcentaje de observaciones escogidas:

Gráfico 2.6: Curva de Lorenz de variaciones sobre el S&P 500 (2008-2018)



Fuente: elaboración propia, datos históricos del S&P 500 obtenidos de Investing.com

Se pueden sacar conclusiones interesantes de este análisis, tales como que el 50% de las observaciones apenas suponen entre un 10% y un 15% de las variaciones del índice, en valor absoluto; o que el 80% de las observaciones no explican ni la mitad de las variaciones; o, yéndonos a un extremo, que 25 observaciones (menos de un 1% del total) explican casi

²⁰ Tal y como quedó definido por Mandelbrot (2006), “*un fractal es una clase especial de invarianza o simetría que relaciona un todo con sus partes: el todo puede descomponerse en partes que evocan el todo*”

un 11% de la variación total del índice, demostrándose así que las variaciones de rentabilidad en los mercados siguen una cierta Ley de Pareto, en la que pocas observaciones explican una gran parte de la volatilidad.

Tabla 2.3: Porcentaje de variación absoluta explicada en el S&P 500 en función del porcentaje de observaciones tomadas

% de observaciones	% variación absoluta explicada
1%	~ 11%
5%	~ 25%
10%	~ 38%
20%	~ 57%
50%	~ 87%
80%	~ 98%

Fuente: elaboración propia, datos históricos del S&P 500 obtenidos de Investing.com

Por último, además de los problemas ya analizados, nos gustaría terminar este apartado con un breve comentario acerca de los problemas que supone la presunción de existencia de dependencia estadística entre variables en muchos de los modelos que, hoy en día, se siguen utilizando para gestionar carteras.

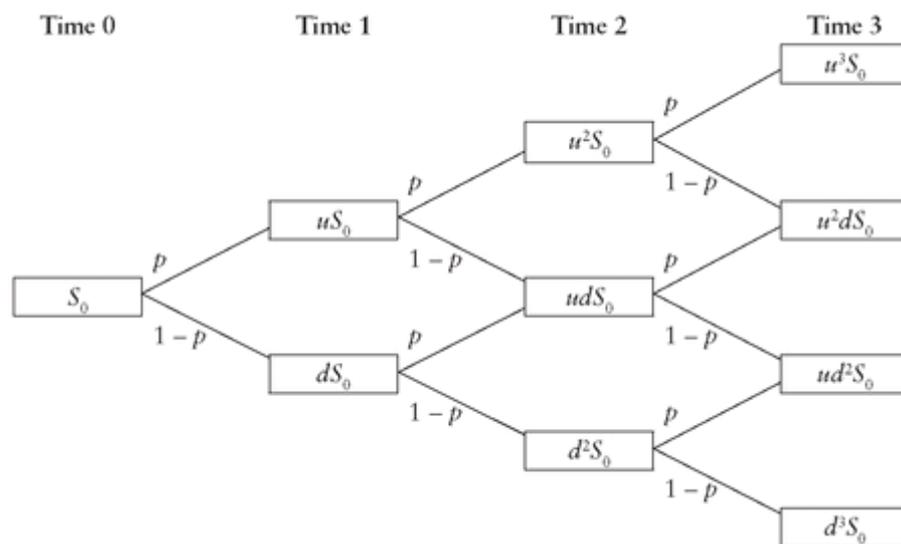
En este sentido, existen numerosas relaciones espurias entre indicadores que desvirtúan las hipótesis de correlación entre variables, y la confianza en que esta correlación existe debido a conceptos históricos preconcebidos puede esconder factores de confusión que, cuando no se cumplan en el futuro, generen violentas reacciones en los indicadores observados.

De esta manera, nos gustaría indicar que los mercados (especialmente los productos derivados y otros activos financieros complejos), como sistemas complejos que son, responden a relaciones no lineales entre factores –y no tanto al modelo causa-efecto con el que tratamos de explicar todo a nuestro alrededor, cuando la mayoría de las veces no contemplamos ni una parte mínima de dichas causas–. Con esto queremos expresar que pequeños cambios incrementales en elementos que lo afectan pueden resultar en efectos a gran escala. Una manera de abordar esta no linealidad es a través de planteamientos basados en los fractales y la teoría del caos; un modelo al que se hará una breve referencia más adelante.

2.2.3.- Estudio de las variables no medidas por los modelos gaussianos: sus efectos sobre el mercado

Una de las maneras clásicas de valorar opciones, además de la fórmula Black-Scholes previamente analizada, es a través de la herramienta conocida como *binomial tree*. Esta herramienta permite representar los valores intrínsecos que una opción tendría en diferentes momentos temporales en función de varios escenarios en los que varía el precio del subyacente.

Gráfico 2.7: Estructura de un árbol binomial



Fuente: O'Reilly Media

La base de dicho modelo de valoración es que, en cada uno de los momentos analizados, se asume que el precio del activo subyacente de la opción puede aumentar o disminuir en el futuro más inmediato, modificando con ello para cada periodo temporal y caso concreto el valor de dicha opción.

Como vemos, en cada uno de los nodos, el precio aumenta con probabilidad p y disminuye con probabilidad $1 - p$; siendo los factores por los que aumenta y disminuye u y d respectivamente.

Es evidente que cuánto aumente o disminuya el precio del activo subyacente es un dato extremadamente relevante, pues el valor intrínseco de la opción variará enormemente. Es de hecho la volatilidad del precio del activo subyacente (y de la opción, por tanto, con la errónea asunción de que ambas son iguales) la variable más relevante en la determinación del precio de una opción, bien usemos la fórmula de Black-Scholes o el desarrollo a través de árboles

binomiales. Cuanta más volatilidad presente el activo subyacente, mayor valor tendrá una *call* de aquel activo.

No es baladí, por tanto, la consideración que esta teoría hace respecto a que tanto la probabilidad de movimiento como la cantidad de movimiento son iguales en todos los nodos.

En primer lugar, respecto de la probabilidad de movimiento, asumir una constancia respecto de la probabilidad de subida o bajada en cada nodo –hay siempre la misma probabilidad de subida en cada uno de los nodos, y la misma probabilidad de caída para este método de cálculo– me parece erróneo ya que, como se ha mencionado previamente en repetidas ocasiones, las variaciones del precio del subyacente no funcionan basándose en la teoría del *random walk* o la clásica teoría de los mercados eficientes. En este sentido opinamos que, entre otras muchas explicaciones, las finanzas del comportamiento o el *automated trading* nos pueden dar varias razones para sustentar esta afirmación.

La primera, y sin ánimo de entrar en el estudio de una disciplina que no es objeto de este trabajo, en el sentido de que los inversores no reaccionan igual a una pérdida diaria del 1% durante 50 días²¹ que a una pérdida del 50% en un solo día. Probablemente en el primer caso los inversores se “harten del mercado” y vayan cerrando sus posiciones, propiciando una nueva rentabilidad negativa el día 51 o variaciones probablemente pequeñas, mientras que en el segundo caso el impacto emocional será mayor, pero será momentáneo en el tiempo, y las reacciones de los inversores serán diferentes, aumentando la volatilidad en el 51º día. Además, las magnitudes marginales influyen en el comportamiento: nos parece evidente que un inversor presenta una emoción marginal negativa superior con una diferencia en su rentabilidad de 0%, a -2%, que con una diferencia de -37% a -39%, por ejemplo, cuando esta diferencia es idéntica.

En cuanto al *automated trading*, creemos que la operativa a través de algoritmos de alta frecuencia (*High Frequency Trading*, “*HFT*”) o el establecimiento de órdenes automáticas de compraventa pueden distorsionar el mercado y contribuir a agravar el efecto

²¹Asúmase las pérdidas sobre un valor inicial constante, para no encontrarnos con los efectos del cálculo de la variación sobre valores inferiores debido a las pérdidas producidas en días anteriores

que un cisne negro repentino²² puede tener sobre estos²³. Pondremos un ejemplo de esto para explicarlo de manera didáctica. Imaginemos que una serie de inversores tienen establecidas órdenes *stop loss* (órdenes automáticas de venta) de forma escalonada en $p - 2$, $p - 3$, $p - 4...$ y así sucesivamente (siendo p el precio actual del activo financiero). Si se produce un suceso tal que el precio del activo baja en dos unidades, se ejecutará la primera de dichas órdenes, por lo que el precio volverá a bajar, ejecutando sucesivamente las órdenes escalonadas de los inversores y haciendo caer el precio de manera brusca y sin ninguna racionalidad económica (aunque probablemente dichos excesos en las caídas sean más adelante corregidos, contribuyendo todo ello al aumento de la volatilidad en los mercados).

Un claro ejemplo de cómo se pueden producir estos sucesos repentinos de altísima volatilidad motivados por operativa algorítmica es el conocido como *Flash Crash* del 6 de mayo de 2010, un día en el que el índice Dow Jones (DJIA) sufrió una pérdida de casi un 10% –cayó unos mil puntos en menos de cinco minutos– como consecuencia de las operaciones llevadas a cabo por uno de los algoritmos a través del que operaban varios bancos de inversión²⁴.



Fuente: CNN

²² Esto es, aquellos que no se manifiestan en un plazo medio-largo (como el atentado terrorista del 11-S, en contraposición con, por ejemplo, el desarrollo de Internet o el colapso inmobiliario español)

²³ No negamos la utilidad de la utilización de estos instrumentos en la operativa de *trading* ni se pretende hacer crítica alguna de los mismos. Simplemente se constatan los efectos que su utilización masiva puede tener sobre un mercado financiero

²⁴ Años más tarde, se demostraría que esta caída fue una manipulación del mercado intencionada, y que tras la forma de actuar de dicho algoritmo se encontraba un operador de futuros llamado N. Singh Sarao

Y respecto de la cantidad de movimiento en cada nodo, el primer problema que le vemos a este aspecto es el tratamiento que se da en el modelo al tiempo bursátil, con la creencia de que los días pasados no condicionan lo que sucede en el futuro. La cuarta regla del mercado de Mandelbrot (2006) es que los mercados engañan, produciéndose lo que conocemos como “espejismos estadísticos” que alteran el tiempo bursátil. Aunque esta frase suene a conspiración matemática, lo que Mandelbrot viene a decirnos es una realidad observable: la volatilidad viene a rachas en el mercado, y día tras día enfrentamos periodos de calma seguidos de periodos de alta volatilidad, por lo que u y d en cada nodo, tenderán a comportarse en función de la volatilidad observada en el nodo anterior. Los problemas en el mercado, y la euforia en el mercado, suelen venir a rachas y cambiar de manera repentina.

En este sentido, en la teoría económica se ha escrito y demostrado la existencia de ciclos económicos, que se ven reflejados a su vez en ciclos bursátiles, lo que demuestra que los precios pasados condicionan los movimientos futuros de estos. A mayor abundamiento, en la disciplina del análisis técnico se han tratado de modelizar estos comportamientos y variaciones en los precios a través de indicadores como el exponente de Hurst²⁵ (Qian & Rasheed, 2004) o la teoría de las Ondas de Elliott (Prechter & Frost, 1977), entre otros.

No parece que estos aspectos, tan relevantes a nuestro modo de ver, sean la preocupación de los modelos gaussianos.

²⁵ Indica la existencia de memoria en los precios de las series estacionarias (que no son aleatorias). Además, sirve para medir el comportamiento, en términos de volatilidad, de una serie

CAPÍTULO III.- LOS EFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS OPERACIONES CORPORATIVAS: *M&A BLACK SWANS*

Tras haber llevado a cabo un análisis sobre los postulados teóricos de la problemática del cisne negro y los problemas que implica el hecho de cerrar los ojos ante la existencia y las consecuencias de los eventos extremos, o de aplicar a las variables objeto de nuestros análisis ciertos modelos inidóneos que los ignoran, procedemos al estudio de su gestión en relación con las operaciones corporativas de *M&A*. Para ello, el estudio se basa en dos ideas clave: la diversificación a través del *Venture Capital* y la problemática de la asimetría de información, intrínsecamente ligada al concepto de relatividad del cisne negro, previamente abordado.

3.1.- El *Venture Capital* como modelo de adquisiciones

A lo largo del último siglo se han sucedido historias de emprendedores que han desarrollado ideas innovadoras, levantando millones de dólares en capital y con un valor actual en bolsa de miles de millones de dólares. Sirvan como ejemplo, en este sentido, compañías como Apple, Uber, Snap, Airbnb, Twitter...

Probablemente, antes de que alguien organizara y materializara el modelo de negocio de dichas empresas, incluso antes de existir el mercado de *apps*, poca gente –por no decir nadie– se planteaba que pudieran existir *smartphones*, que se pudieran solicitar vehículos sin conductor moviendo un dedo sobre una pantalla, reservar a través del móvil una vivienda de un particular para pasar unos días de vacaciones, etc. En aquel momento, por supuesto, el auge de las tecnologías y de la era *dotcom* era un cisne negro en todo su esplendor.

Sin embargo, en el momento en que dichas ideas se plasmaron en un plan de negocio, comienza la disociación cognitiva entre aquellos que aprovecharon los eventos extremos de una manera acertada y aquellos que no lo hicieron. Los *business angels* que apostaron por dichas ideas en una fase muy embrionaria se expusieron a algo que el resto de la sociedad no se planteaba que sucediera –probablemente, su decisión de inversión se basase en que “el plan de negocio era bueno” o que “los socios que administraban la compañía generaban mucha confianza en el futuro de la empresa”–. O, de manera más acertada, se expusieron a

una fuerte de incertidumbre generadora de cisnes negros positivos, que los demás nunca llegaron a conocer, y aprovecharon dicha coyuntura para generar jugosos retornos en su cartera.

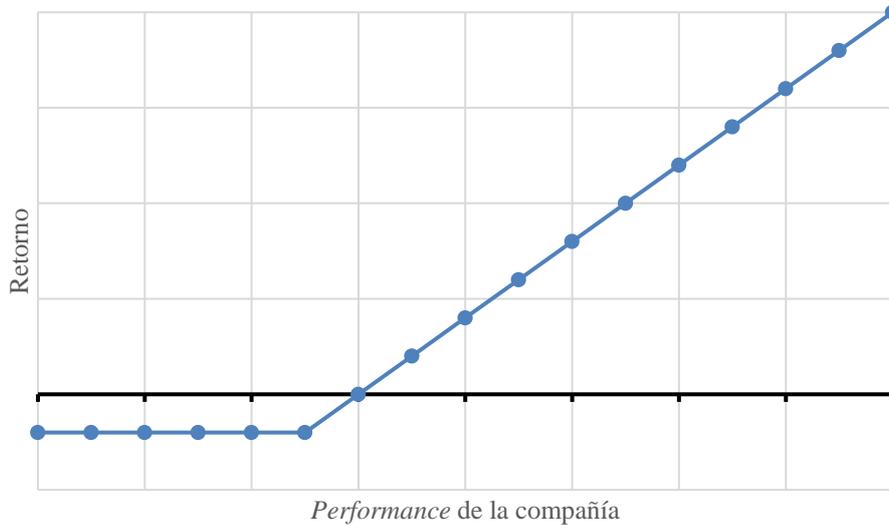
Así, trataremos desde una perspectiva más técnica el fenómeno de la inversión a través de *Venture Capital*. Los *venture capitalists* y *business angels* se juegan miles de millones en compañías con la esperanza de encontrar una que les genere retornos estratosféricos. Es evidente, pues, que en una estrategia de *Venture Capital* basada en la existencia de cisnes negros positivos y en la no-normalidad de la distribución de retornos –especialmente en empresas de reciente creación– será fundamental la diversificación de la cartera de compañías en fase embrionaria, buscando que el éxito de tan solo una de ellas –o unas pocas– pueda pagar la inversión hecha en todas las compañías fallidas y, aun así, generar jugosas rentabilidades.

Sin embargo, esta diversificación de cartera no admite el planteamiento hecho por Markowitz porque, como hemos visto anteriormente, dicha teoría requiere de la distribución normal de los retornos de las compañías, lo que evidentemente no se cumple en este supuesto y, por otro lado, calcula la rentabilidad media de las acciones y su riesgo con base en datos históricos principalmente, lo que no existe para empresas de reciente creación que, además, no cotizan en ningún mercado bursátil.

De esta manera, creemos que el planteamiento financiero más adecuado para tratar la inversión en *startups* y buscar arbitrar las diferencias de valoración entre los inversores que utilizan modelos basados en distribuciones normales y la realidad del panorama financiero empresarial es a través de la “opcionalización” de la visión que tenemos de dichas inversiones, tratando estas como si de *calls* compradas se tratase. Así, se considerará la inversión hecha en la compañía como la prima pagada por dicha *call*, y la posibilidad de retorno de la compañía como ilimitada, con un gran *upside*²⁶.

²⁶ Por otro lado, cuando una compañía desinvierte de una línea de negocio poco explorada (vendiendo, por ejemplo, un nuevo sistema que no le está funcionando muy bien), lo que está haciendo desde nuestra perspectiva es vender *put*, pues la pérdida es ilimitada, si dicha línea de negocio acaba funcionando de manera adecuada, a cambio de recibir una prima (precio de venta). Esta forma de ver la desinversión en un negocio es parecida al riesgo crediticio actuarial de las compañías de seguros (Anexo I), donde la ganancia se limita a las primas cobradas, pero la pérdida potencial es infinita debido al posible *stress loss*, que será absorbido por el capital (Embrechts, Resnick, & Samorodnitsky, 1999), y que Taleb describe como expuesta a la “fragilidad de tipo 2” (ver Anexo II)

Gráfico 3.1: Resultado de la inversión en una única *startup*



Fuente: elaboración propia

Con base en el estudio realizado, esta forma de tratar dichas inversiones permite explicar de una forma muy didáctica la exposición que el inversor busca a las fuentes generadoras de cisnes negros positivos –como una *startup* que despunta–, lo que Taleb conoce como “Serendipia” (2012), y que la RAE define como un “hallazgo valioso que se produce de manera accidental o casual”. No cabe duda de que la industria del *Venture Capital* es propensa a esta serendipia, pues la inversión en *startups* cumple todas las características de los cisnes negros: sus retornos pueden ser extremos, aunque esto sea improbable *a priori*, y además cualquiera podrá explicar *a posteriori* qué es lo que hizo que esa compañía funcionase tan bien²⁷, y por qué esto debía haber sido lógico a los ojos de todos; además de verse afectada por numerosos sesgos, como se verá más adelante.

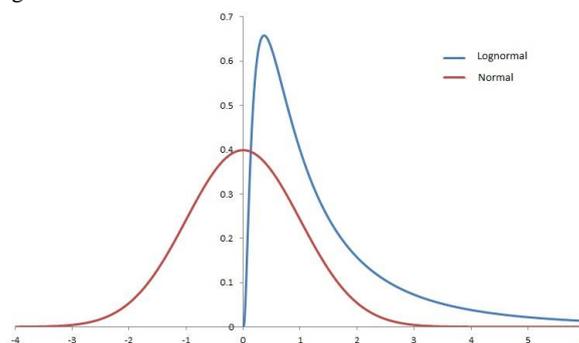
En esta fase embrionaria de inversión en empresas de reciente creación, la pérdida es limitada –tan solo la pequeña inversión que hayamos hecho para adquirir un porcentaje del capital, la “prima pagada”– y, sin embargo y como ya se ha expresado, el *upside* es prácticamente ilimitado. Por eso nos conviene, al igual que si compramos una *call*, que en la industria se produzca la mayor volatilidad posible de los retornos y que estos *payoffs* sean

²⁷ Aunque nadie habría sido capaz de predecir *a priori* tanto su resultado como la magnitud del mismo

lo más complejos posible²⁸, dado que las grandes variaciones negativas no nos afectan, pero las positivas pueden incrementar sobremedida los retornos de nuestro *portfolio*. Así, la industria tiene una característica que Taleb denomina “*antifragilidad*” (2012), y que consiste en que la volatilidad es positiva para ella, la refuerza.

¿Y por qué podemos tratar estas inversiones como si de opciones se tratara? Porque como hemos mencionado, no siguen una distribución normal, sino algo más parecido a una log-normal (o normal logarítmica). En esta distribución, es el logaritmo de la variable el que está normalmente distribuido, lo que hace más gruesa y larga una de las *tails* de la campana, convirtiéndola en más apropiada para su tratamiento estadístico (Mandelbrot & Hudson, 2006). Este trabajo no pretende profundizar en el tratamiento matemático de las distribuciones, pero es importante exponer las consecuencias de esta aproximación matemática: son distribuciones del logaritmo de variables aleatorias que se utilizan cuando se tiene certeza de que dicha variable principal u original está sesgada hacia un extremo (Gibrat, 1931) —esto es, una de sus colas presenta mayor longitud que la contraria, por lo que su media difiere de su mediana—. En este caso, es evidente que los rendimientos de la inversión en *startups* presentan este tipo de distribución, pudiendo únicamente ser positivos y con una mediana muy inferior a la media o, lo que es lo mismo, el grosor de su *right tail* es significativamente distinto al de su *left tail*, estando sesgada la variable hacia la izquierda, como se aprecia en el siguiente gráfico:

Gráfico 3.2: Comparativa entre una distribución normal y una log-normal



Fuente: www.probabilityandstats.wordpress.com

Este tipo de gráfico fundamenta el tratamiento de dichas inversiones como opciones, pues la mayoría de las compañías en que invirtamos se encontrarán en la zona de la

²⁸ Pues un *payoff* muy complejo permite una magnitud mayor en el resultado, que es lo que buscamos en este tipo de distribuciones. No importa tanto si estamos o no en lo correcto cuando el resultado es pequeño, sino que importa más cuánto estemos en lo correcto (un solo resultado “muy correcto” puede compensar cientos de pequeñas pérdidas en inversiones fallidas)

mediana/moda, que presenta mayor densidad, y serán inversiones fallidas. Desde esa zona, iremos avanzando por la distribución, encontrándonos con ciertas empresas que no funcionen especialmente bien pero que generen retornos algo positivos, para finalmente llegar a los (o el) *jackpots*, las grandes apuestas que generan retornos que compensan todas las demás “primas” que hemos pagado.

Y sí, la realidad es que la mayoría de las *startups* fracasan (CincoDías, 2015). Existe una especie de creencia popular de que la inversión en esta industria supone retornos altos y probables, pero se comete lo que se conoce como el sesgo o la ilusión del ganador, y que ya Taleb analizó (2007): solo estamos expuestos a los ganadores, solo conocemos y escuchamos las historias de los ganadores, y tendemos a extrapolarlo a una gran mayoría de pequeñas empresas.

Así, creemos que no se puede evitar esta distribución: la mayoría de las inversiones van a generar retornos negativos y, en este sentido, nuestro trabajo consistirá en dos cuestiones fundamentales: i) conseguir que los (pocos) retornos positivos que tengamos compensen a la gran mayoría de negativos, ii) utilizar modelos de decisión apropiados, analizando a los fundadores y administradores de la compañía y su competencia, los fundamentales de la misma, su plan de negocio, el mercado en el que opera, su plasticidad o capacidad de adaptarse a nuevos entornos, etc., con la idea de tratar de aplanar la distribución reduciendo el número de fracasos de tal forma que, mediante dicho sesgo, engrosemos la cola derecha, generando mayor rentabilidad en nuestro *portfolio*. Además, por el mero hecho de invertir en una compañía y, por tanto, financiarla, estamos aumentando su probabilidad de éxito.

La clave es pues tratar de aumentar nuestra exposición a compañías con retornos lo más volátiles posible, para intentar aprovecharnos del altísimo *upside* existente, con un *downside* limitado a la inversión realizada. Es evidente que los altos retornos positivos individuales son posibles, mientras que no lo son los altos retornos negativos, por lo que lo que se busca es poder explotar esta situación. Nuestra tarea, en cuanto a estrategia de *M&A*, consistirá en la adquisición a bajo coste de *equity stakes* en compañías en fase embrionaria (y se podrá ir adquiriendo más capital conforme vayamos viendo la evolución) para exponernos a cisnes negros positivos que impulsen nuestra rentabilidad.

Para aprovechar este tipo de distribuciones, Taleb (2012) propone utilizar una estrategia *barbell*²⁹ respecto del riesgo que asumimos en nuestras inversiones. Como no parece apropiado invertir todo el capital en compañías de altísimo riesgo, por el riesgo de descapitalización o pérdida del patrimonio de la parte compradora si no es capaz de acertar en ningún *home run* con ninguna de las *startups* en las que invierte, lo que este autor propone es la extrema diversificación de dicho riesgo –y no la diversificación distribuida en varios niveles de riesgo–, con una gran parte de la cartera invertida en activos seguros con bajos retornos y distribuciones robustas a cisnes negros negativos, y otra parte de la cartera invertida en activos de alto riesgo y retorno, abiertas a cisnes negros positivos y con escaso *downside*, como podría ser la mencionada estrategia de inversión en *startups*; y sin inversión alguna en activos de riesgo medio³⁰, lo que supone una disminución general del riesgo de *downside* de nuestra cartera en *M&A* sin renunciar a altos retornos en potencia.

Readaptando esta teoría clásica, el estudio plantea una forma alternativa de abordar el proceso de *M&A* de una compañía a través de la inversión en *startups* basándonos en la estrategia *barbell* a la que hemos hecho referencia. Quiera destacar que el planteamiento que aquí se hace es conceptual, y este diseño pueden ser más apropiado a través de ciertos productos financieros que de otros, o en ciertos momentos o situaciones. La idea consiste no en dividir nuestros recursos invertidos entre “bajo riesgo” y “alto riesgo”, sino en invertir todo en activos seguros, y reinvertir sus retornos en activos de alto riesgo. Lo que conseguimos con ello es asegurar nuestros recursos iniciales sin perder la posibilidad de dar en el blanco e impulsar la rentabilidad de una cartera mediante una alta exposición a cisnes negros positivos.

En cierta medida, esta formulación simplemente es una constatación del modelo de negocio de compañías tremendamente exitosas. Google, por ejemplo, tiene un negocio sólido central basado en la publicidad, y utiliza parte de sus beneficios en la compra de compañías de reciente creación con alto riesgo y buenas perspectivas de evolución para tratar de encontrar nuevos nichos de mercado que explotar y no perder oportunidades, así como

²⁹ La estrategia *barbell* se hace referencia a un modelo extraído de la gestión de renta fija, y que consiste en la creación de carteras compuestas de activos con diferentes vencimientos (o duraciones) concentrados en dos plazos distantes entre sí (aunque en nuestro trabajo, se hace referencia a esta estrategia en relación con la diversificación del riesgo). Este modelo de gestión de renta fija se contraponen al modelo *bullet*, que se basa en la concentración de todos los vencimientos de los activos que componen la cartera alrededor de un determinado plazo o duración

³⁰ En los que habitualmente pudiera existir un potencial *downside* del 100% de ocurrir un cisne negro negativo, y que suelen tener una medición del riesgo errónea con un *payoff* pequeño a cambio

colabora con aceleradoras de *startups* y campus para emprendedores a lo largo y ancho de todo el mundo.

Esta estrategia no busca crear gigantes, con enormes fusiones entre *blue chips*, sino únicamente dotar a la compañía de mayores recursos potencialmente atractivos y exposición a una inversión arriesgada, limitando las pérdidas, y que pueden llevar a encontrar nuevos nichos donde los retornos sean muy atractivos. Salva así también los riesgos que una gran empresa tiene al fusionarse con otra –fusión de riesgos, regulación de mercado para evitar *shocks* excesivos si hay algún problema, etc.–

Pero esta estrategia es aplicable a muchos otros ámbitos, como a la reinversión de cupones de bonos “triple A” en otros con mayor riesgo (“*high yield*”), reinversión de ganancias de derivados más seguros y con retornos robustos en otros más arriesgados, creación de nuevas unidades de negocio dentro de una misma empresa que reciban financiación del modelo de negocio “tradicional” para la búsqueda de nuevos nichos, etc.

3.2.- La asimetría de la información en las operaciones corporativas. Especial referencia al marco español

Los cisnes negros provienen de fuentes de incertidumbre, y las fuentes de incertidumbre implican falta de información. En este apartado, se analizará cómo afectan las diferencias de información que posee cada uno de los partícipes de un proceso de adquisición, y como esto puede generar eventos extremos y relevantes. También, de manera paralela al análisis del apartado anterior, se hará alusión a cómo podemos aprovechar el efecto de los cisnes negros en operaciones corporativas para maximizar nuestros retornos.

Existe una ingente cantidad de literatura relativa a cómo ciertos agentes pueden aprovechar la asimetría de la información en ciertas operaciones corporativas o, dicho de otra manera, existe una ingente cantidad de literatura relativa al estudio del *insider trading* –o como aprovechar el *gap* que existe entre el precio pre-OPA de una acción cuando se tiene cierta información de que se va a lanzar dicha OPA, y el precio post-OPA–. Este análisis se hace desde la perspectiva de los agentes que operan en el mercado, de dichos *traders*. Desde este enfoque, cabe destacar que, aunque algunos estudios han determinado que los anuncios de operaciones corporativas reducen en cierta manera el nivel de asimetrías informativas

(Farinós, García, & Ibañez, 2000), estudios más recientes han determinado que esta reducción no es tan efectiva como cabría desear, por lo que agentes u operadores con información privada o privilegiada siguen teniendo ventaja respecto de los *traders* desinformados tras el anuncio de la OPA (Hua, Yao, Lee, & Chin, 2006) hasta que esta culmine.

Sin embargo, el análisis que se pretende hacer en este trabajo no es tanto sobre los *gaps* que existen en el mercado o sobre la información que poseen sus operadores, sino sobre cómo la diferencia en la información que poseen las compañías que operan como principales actores (*buyers* potenciales –*bidders*– y *target*) afecta a la operación, cómo esto puede generar cisnes negros que pueden ser aprovechados, y cómo la propia operación, desconocida por el mercado –excepto por aquellos que poseen información privilegiada, como ya hemos mencionado– puede ser, por sí misma, un cisne negro relevante que afecte a la cotización de ambas compañías. Es importante destacar asimismo que el hecho de que el adquirente reciba información de la compañía adquirida y envíe al mismo tiempo información a los inversores, aumenta la cantidad de información presente en mercado en relación con dichas sociedades, reduciendo el nivel de asimetría de información (Chae, Chung, & Yang, 2009).

En este sentido, el hecho de que una operación corporativa reduzca las fuentes de incertidumbre a través de poner en conocimiento del mercado cierta información –de manera obligatoria– claramente reduce los potenciales cisnes negros que pudieran producirse en relación con dicha información no comunicada (por ejemplo, si se hallan ciertos riesgos al realizar la *due diligence*, se observan graves problemas de liquidez en el sistema bancario no comunicados, incumplimientos, demandas o reclamaciones de Administraciones públicas, problemas fiscales, etc. que puedan modificar bruscamente el precio de la acción).

En primer lugar, se analizará cómo afectan las diferencias en la información que queda en manos de los potenciales *buyers* respecto al precio de la OPA y cómo estas diferencias de información pueden ser generadoras de cisnes negros para la empresa adquirida y sus accionistas. En este sentido, consideramos adecuado diferenciar a los oferentes ordinarios (ajenos al *target*) de aquellos oferentes que tienen una posición privilegiada, pues cuentan

con una mayor cantidad de información privada respecto de la compañía objetivo³¹: i) *buyers* que poseen una parte importante del *equity stake* de la compañía (ej.: Letterone, al lanzar una OPA sobre el grupo DIA), ii) aquellos oferentes que, por presentar similitudes con la compañía objetivo –geográficas, explotación de la misma parte de la cadena de valor, etc.– cuentan con más información sobre la compañía que pretenden adquirir (Hendricks & Porter, 1988). Por supuesto, este tipo de problemas relacionados con la existencia de información privada son menos complejos para las *targets* cotizadas, dada la mayor cantidad de información que se facilita al mercado por el hecho de estar cotizada (Shen & Capron, 2003) –aunque esto no quita que exista información privada muy relevante en las operaciones corporativas relativas a estas compañías–. En segundo lugar, comprobaremos el impacto que genera la diferencia entre la información con la que cuenta la empresa objetivo sobre la propia operación, y la información en manos de la compañía que lanza la OPA. De esta manera, veremos cómo esta asimetría informativa tiene impactos significativos en cuánto de probable una adquisición sea y en los retornos que genere.

3.2.1 Asimetría de información existente entre los diferentes bidders de una operación. Especial referencia al marco regulatorio español de las OPAs

Con relación a la asimetría de información existente entre los oferentes respecto del *target* cuando esta es una compañía cotizada, voy a examinar los efectos de la misma conforme al proceso competitivo regulado principalmente en el *RD 1066/2007, de 27 de julio, sobre el régimen de las ofertas públicas de adquisición de valores*, que configura el marco legal de dichas operaciones en España. En nuestro país, el proceso competitivo de presentación de ofertas competidoras se basa en un modelo de subasta inglesa (“*English auctions*”) que finaliza con un proceso de “sobres cerrados” por parte de todos los oferentes (“*sealed-bid auctions*”). Este último proceso es el más relevante en relación con el precio que finalmente se pagará en la OPA, pues los oferentes podrán mejorar sus ofertas previas en dichos sobres cerrados sin conocer las ofertas de los demás competidores. Sin embargo, la legislación española confiere un privilegio al primer oferente, que consiste –en algunos

³¹ Aunque la tenencia de un bloque de acciones en una compañía o la similitud del negocio no debería permitir información privilegiada que diera a estos accionistas ventaja sobre los restantes competidores de cara a una oferta, bien es cierto que su conocimiento y seguimiento de la compañía y su acceso al *management* en el primero de los casos sí les dan una clara ventaja relativa a la información que tienen en su poder (Heflin & Shaw, 2000). Llamaremos a esto “información privada”, que no está en manos del resto de oferentes y no se consigue tras la realización de la *due diligence* (aunque esta corrija cierta asimetría en la información)

supuestos y con ciertas condiciones, relativamente estrictas– en poder presentar una oferta final *a posteriori*, una última mejora (Uría Menéndez, 2007). De esta manera, y utilizando para ello ciertos conceptos de teoría de juegos, el estudio analiza cómo afecta la existencia de asimetría en la información con la que los oferentes cuentan en relación con dicho proceso competitivo.

El proceso español es equiparable, en definitiva, a una “*sealed-bid auction*” con el privilegio de la “*English auction*” para el primer y último oferente –que, en ciertos casos, puede conocer la mejor oferta y mejorarla–. En este sentido cabe destacar que, en numerosas ocasiones, es dicho actor el que está en posesión de la información privada, por lo que es el que, si se cumplen los requisitos, podrá realizar la última oferta. En relación con dicha información privada, muchas veces hace referencia a la valoración que se le da a la adquisición de intangibles en manos de la compañía objetivo (Wernerfelt, 1984) que no podrían ser adquiridos de otra manera, entre los cuales se halla información relativa a propiedad intelectual, *know-how*, bases de datos, etc. La asimetría de la información relativa al valor de dicha información puede motivar dichas diferencias entre oferentes. En este sentido, las compañías que cuentan con mayores intangibles relacionados con la información y que, por tanto, presentan mayores oportunidades en este sentido, son las compañías cotizadas (Shen & Capron, 2003).

Respecto de lo dicho anteriormente, cabe destacar que varios estudios han demostrado teórica y empíricamente que, en supuestos de información asimétrica en “*sealed-bid auctions*”, donde existe un valor privado para uno de los participantes que posee una información distinta a la que poseen el resto de los competidores (que es la información pública, presente en mercado y evaluable por todos – aunque no de igual manera necesariamente), el miedo a la “maldición del ganador”³² (Povel & Singh, 2004) tiene como consecuencia que los oferentes que no cuentan con información privada (pero que saben que un oferente sí lo hace) ofrezcan precios inferiores, permitiendo ganar al oferente informado a un precio menor y siendo esta la razón de que alcancen altas rentabilidades con la operación (Dionne, Haye, & Bergères, 2010). Como exponen estos autores, la asimetría en la información entre participantes influye en la prima pagada de manera demostrada, con los *blockholders* (que poseen un *stake* relevante en la compañía) o las compañías con

³² Esta expresión hace referencia al supuesto en el que el ganador sobrepaga por el activo comprado, tras batir a un competidor mejor informado, como consecuencia de un exceso de optimismo en su estimación a la hora de valorarlo

información privada pagando primas inferiores en un 70% de media a las de sus competidores.

Todo esto puede motivar variaciones del precio de las acciones muy significativas. Si, como consecuencia del juego, un *bidder* que el mercado descuenta que se hará con la compañía acaba no comprando, o viéndose superado por un tercero que aparece de manera repentina, la cotización de las tres compañías sufrirá cambios muy bruscos. También sufrirá estos cambios en el precio una compañía cuya negociación de compra no se haya filtrado en el momento en que se desvelen las intenciones de adquirirla (en este caso, solo algunos partícipes del mercado conocerán dicha información, aunque no podrán utilizarla para beneficiarse).

Por otro lado, analizamos la relevancia que tendrá aquí el privilegio del primer oferente en caso de que pueda ejecutarlo:

- Si el primer oferente es el oferente informado, no se presenta especialidad alguna, ya que tiene toda la información en su poder para tomar una decisión sobre si la mejora del precio es favorable para sus intereses o no.
- Si el primer oferente es un *buyer* no informado, y solo en el caso de que sepa que la oferta en primera posición la ha realizado el *player* informado, este puede imaginar que el precio propuesto por el informado se debe al valor que supone la información privada, y decidir mejorar la oferta para evitar la “maldición del perdedor”³³. En este caso, su decisión vendrá motivada por un mayor peso al miedo a sufrir la “maldición del ganador” o la “maldición del perdedor”.

En la gran mayoría de los casos, si el *player* informado gana la OPA, la información privada le permite hacerlo pagando una prima inferior, con lo que se demuestra el valor que tiene estar en posesión de información asimétrica y utilizarla en el juego.

Existen además otros dos tipos de modelo de subasta que pueden darse en España, en relación, sobre todo, con compañías no cotizadas a las que no le es de aplicación el mencionado reglamento de OPAs: el pacto andorrano y el modelo del ultimátum (que se tratará en el siguiente apartado).

³³ Esta expresión hace referencia al supuesto en el que el perdedor hace una oferta demasiado baja por el activo subastado, perdiendo la subasta ante competidores mejor informados que son capaces de estimar de una mejor manera el valor real del activo

En relación con llamado pacto andorrano, este consiste en que un determinado socio (“A”) ofrece vender sus acciones o participaciones a otro socio (“B”) y establece un precio determinado. Dicho socio (“B”) puede entonces elegir si comprar las participaciones ofrecidas o, en cambio, vender las suyas al precio propuesto por A (Garrigues, 2014).

3.2.2 Asimetría de información existente entre el buyer y el target de una operación

Por otro lado, en relación con la asimetría de información existente entre el *buyer* y el *target*, podemos asumir aquí que ambas partes presentan información privada relevante para la modelización del juego. En este sentido, el *target* podría no saber que se está preparando una oferta para su adquisición, y no conocer en general las intenciones de la parte compradora. En la otra parte, el vendedor puede desconocer piezas de información relevante que afectan a la compañía que pretende adquirir (otras ofertas si esta es una no cotizada, implementación del plan de negocio, aspectos financieros, etc.).

Creo que lo más interesante a tratar en este sentido es cómo afecta la opacidad de las partes al proceso, y cómo influyen los sentimientos y las emociones –más allá de lo racionalmente económico, lo que puede motivar resultados muy diversos y exponer las operaciones a cisnes negros– en los procesos de negociación.

En relación con el primero de los asuntos a tratar, se ha demostrado que “*tanto la probabilidad de una oferta en stock como la prima se incrementan con la opacidad³⁴ del target, mientras que la opacidad del bidder está relacionada con primas inferiores*” (Battigalli, Chiarella, Gatti, & Orlando, 2017).

La primera de las afirmaciones es consecuencia de que cuando los *targets* son más opacos existe mayor peligro de pagar de más, lo que se traduce en que los ofertantes prefieran pagar con *stock* para mitigar dicho riesgo, y utilizan la prima para vencer a sus competidores en esta valoración opaca, así como para reconocer la existencia de valor en el *target* más allá

³⁴ Cuando se habla de opacidad en este sentido, nos referimos a cómo de difícil es la valoración del *target* por parte del *bidder*, basándose exclusivamente en la información pública –en definitiva, como de limitada es la información con la que la contraparte cuenta para realizar su valoración. En este sentido, la opacidad es una característica inherente a la compañía –no tiene tanta relación con que el *target* no quiera compartir dicha información–, y es mayor en aquellas compañías cuya valoración dependen de activos no medibles (ej.: I+D en tecnológicas)

de la información del mercado, que no pueden valorar adecuadamente, siendo ambos aspectos parte de una misma estrategia. En estos supuestos de opacidad, además, la revalorización bursátil de ambas compañías suele ser alta, dado que es más creíble para el mercado que el anuncio de compra revele que el comprador tenía ventaja en materia de información sobre el mercado (Cheng, Li, & Tong, 2008), y que este sabía que existía un valor oculto en el *target* que potencialmente podría explotar en el futuro.

La segunda conclusión es consecuencia del hecho de que cuando existen varios *bidders* en una operación pagada con *stock*, estos tienen la ventaja de que el *target* no pueda valorar adecuadamente a dichos ofertantes, dada su opacidad, lo que se traduce en una prima inferior siempre que la operación se lleve a cabo (ya que a veces, precisamente la opacidad de los ofertantes que pagan con *stock* puede ser la causa de que la operación no llegue a buen puerto). Sin embargo, en este tipo de operaciones, aunque se comparte el riesgo entre ambos y la asimetría de información se reduce, el miedo a que las acciones del comprador estén sobrevaloradas puede causar efectos negativos en los mercados financieros (Gencheva & Davidavičienė, 2016).

Por otro lado, en cuanto al segundo de los asuntos a tratar, existe un modelo mucho más interesante desde la perspectiva de la teoría de juegos y de su relación con los cisnes negros, que es el juego o modelo del ultimátum (“*ultimatum bargaining*”). Este modelo, llevado al campo de las operaciones corporativas, consiste en que el comprador hace una única y definitiva propuesta de compraventa, decidiendo entonces el vendedor aceptarla o rechazarla. Estos casos se producen cuando una compañía que va a quebrar necesita ser comprada de manera inmediata para poder sobrevivir, teniendo el vendedor y comprador una única bala para realizar la operación, por la inmediatez que esta requiere (es una oferta de “*take it or leave it*”). En estos supuestos, el vendedor se preguntará si prefiere dejar liquidar su compañía o acepta la oferta. En este tipo de transacciones, observadas de manera externa, la única solución racional desde una perspectiva económica es que el vendedor aceptase dicha oferta, fuera cual fuera.

Sin embargo, se ha demostrado (Güth, Schmittberger, & Schwarze, An experimental analysis of ultimatum bargaining, 1982) que los respondedores (“*target*” en el juego aplicado a operaciones corporativas) rechazaban un porcentaje muy significativo de ofertas que consideraban significativamente bajas y, por tanto, injustas; de una manera económicamente irracional –ya que aceptar la oferta supondría mejorar la situación inicial–, lo que permite concluir que existen otros criterios que priman sobre el beneficio –como los

de justicia y equidad–, prefiriendo castigarse la desigualdad, el trato poco ético y la avaricia. De esta manera, lo que el vendedor busca es que el *buyer* no se aproveche de la situación de manera excesiva; y es este componente humano el que hace que los resultados de este tipo de juego sean especialmente dispersos y, por tanto, especialmente expuestos a cisnes negros.

Este modelo también se puede aplicar –y, de hecho, se ha aplicado– a compras de compañías cotizadas que, de no ser compradas, quebrarían al día siguiente (especialmente en la banca en 2008, o en empresas inmobiliarias). La causación del cisne negro aquí está en que el mercado descuenta la aceptación de la mejor oferta por parte de la compañía a adquirir, y que esta no lo haga por considerarla injustamente baja (con un *outcome* inesperado), abocándose a la quiebra y causando variaciones tremendas en los mercados financieros. En estos supuestos, el cisne negro no tiene tanto que ver con un tema de información, sino de unos sentimientos irracionales e inmedibles por parte del vendedor en materia de justicia y equidad.

3.2.3 El problema del agente-principal en las operaciones corporativas

Cabe, por último, hacer una mención al problema del agente-principal, y a la relevancia que este problema tiene en los procesos de *M&A*. Una relación de agencia surge entre dos partes “*cuando una, designada como el agente, actúa para, en nombre de, o como representante de la otra, designada como el principal, en un dominio particular de problemas de decisión*” (Ross, 1973). El problema surge aquí cuando los objetivos de ambas partes no están alineados, lo que puede llevar al agente a actuar en favor de su propio beneficio, aun en perjuicio de los intereses del principal. En este sentido, sus efectos se despliegan en dos áreas: la respuesta ante adquisiciones de la compañía en que opera el agente y la elección de las adquisiciones que el agente realiza.

En relación con las decisiones que toma el Consejo de Administración en un proceso de OPA sobre su compañía, cabe destacar de manera especial el pronunciamiento que este hace acerca de la OPA, cuando la cataloga como hostil. Hay que tener en cuenta aquí que el CdA (“el agente”) tiene a su disposición mucha más información que los propios accionistas (“el principal”), y puede aprovecharse de esta posición para mantener su sueldo, su trabajo o su bonus a costa de no aceptar ofertas favorables al accionista, o viceversa. Esta es la razón

de que en la compra de empresas familiares se pague una prima, pues no existe dicha asimetría en la información y ambos intereses están alineados.

En mi opinión, la manera más sencilla de eliminar este desequilibrio es el de tratar de alinear los intereses de ambas partes en la operación, dándole al CdA unas garantías y haciéndole partícipe de los beneficios de la operación.

Por otro lado, con relación a las decisiones de compra que el CdA toma respecto de terceras empresas, el problema del principal-agente viene motivado porque al CdA le pueda interesar adquirir activos de alta volatilidad si su *bonus* está diseñado de una manera tal que se beneficie de los incrementos del precio de la acción (si dicha alta volatilidad es positiva al resultar la compra una buena inversión) pero al que no le perjudiquen los errores. Cuando el daño solo recae sobre el accionista, existe una motivación para los consejeros de ocultar el riesgo de dichas operaciones (incluso involuntariamente) a costa de una volatilidad que les haga aprovechar el *upside* de esas compras (como lo explicado respecto de la inversión en *startups*) sin pagar por el *downside* cuando estas no son buenas (Taleb, 2018)³⁵. Además, el hecho de que los órganos de decisión sean colegiados esconde el tener que responder individualmente ante el accionista, lo que motiva aún más la toma de riesgos.

A ello se le suma la excesiva confianza de ciertos *CEOs* en poder mejorar los flujos de caja de la empresa adquirida, y en llevar a cabo todas las potenciales sinergias. Los directivos que, por lo general, pecan de exceso de confianza en los retornos de sus compañías³⁶ –y cuyo porcentaje es bastante significativo–, también sobreestiman los retornos derivados de la adquisición de un tercero (Malmendier & Tate, 2008).

Estos supuestos que combinan *tails* gruesas, problemas de agencia, emociones, y asimetría de información son muy peligrosos como generadores de cisnes negros, por lo que se debe tratar de buscar mecanismos de compensaciones y garantías que alineen los intereses de los agentes implicados.

³⁵ Esto se ve de manera muy sencilla si analizamos cómo funcionan las comisiones pagadas a los fondos de inversión. El hecho de que, en muchos casos, estas supongan un porcentaje del capital del fondo independiente de su evolución (y, a veces, otro *bonus* sobre el *performance* positivo, sin que exista un “*bonus negativo*” por malos resultados) puede motivar que los gestores aumenten la volatilidad del fondo para poder conseguir grandes retornos que aumenten sus *fees* (ya que las grandes pérdidas no repercuten en sus *fees*), traspasando así el riesgo del *downside* al inversor, teniendo su propio riesgo cubierto

³⁶ El análisis de la confianza de los directivos en los retornos de su compañía que se hace en dicho estudio se lleva a cabo a través del análisis de ejecución de las opciones que tienen sobre acciones de su propia compañía

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES

Tal y como queda argumentado en el presente documento, los mercados financieros no siguen distribuciones normales, lineales y con observaciones independientes, por lo que no parece adecuado modelizar su comportamiento a través de teorías que se basan en estas presunciones. El desprecio en términos de probabilidad que la distribución estándar predica respecto de las observaciones extremas (cisnes negros) no se corresponde con la realidad bursátil, donde las colas de las distribuciones son más gruesas. Esto se traduce en algo tremendamente relevante cuando dichos sucesos extremos, los comprendidos en las colas de la distribución, son los de mayor magnitud, y los que producen unos efectos más devastadores sobre la variable observada.

Así, las grandes variaciones, la periodicidad de la volatilidad, la memoria en los precios, o la imposibilidad de basarnos en datos históricos para extrapolar el futuro de una variable son algunos de los factores que inciden en los activos financieros, haciendo que la aplicación de los modelos clásicos de gestión de carteras (*Markowitz*, *VaR*, *CAPM*, *Black-Scholes*, *APT*...) sea cuestionable en un entorno cada vez más complejo y frágil.

Estas propiedades, unidas al hecho de que el concepto de “cisne negro” sea un concepto relativo que dependa del observador y de la información que este posee, nos ha permitido plantear una estrategia de *M&A* basada en dos pilares fundamentales y que creemos que puede aprovechar las características de los cisnes negros que hemos descrito: la inversión en *M&A* a través del *Venture Capital* y el análisis –a través de, entre otras herramientas, conceptos básicos de la teoría de juegos– de cómo afecta la asimetría de la información a las operaciones corporativas

En primer lugar, se ha analizado la inversión en *Venture Capital* como estrategia de *M&A*, a través del planteamiento de dichas operaciones como si se tratase de compra de opciones financieras. Esta posibilidad es consecuencia de que nos encontremos ante una industria antifrágil, en el sentido de que las pérdidas se encuentran limitadas mientras que el *upside* de cada inversión no lo está, por lo que la extrema volatilidad de los resultados es beneficiosa.

El hecho de que en el *Venture Capital* surjan cisnes negros se debe a la combinación de distribuciones no-normales (por *tails* gruesas) y complejos *payoffs*, que permiten que el

“efecto magnitud” de las (pocas) apuestas ganadoras pueda compensar todo aquello en lo que no acertamos.

Este tratamiento nos parece un planteamiento adecuado para la gestión de colas en estrategias de *M&A*. El estudio plantea además un modelo para canalizar dicha inversión basado en la reinversión de los retornos de un activo seguro en actividades de alto riesgo.

En segundo lugar, se ha tratado el efecto que tiene la diferencia en la información con la que cada uno de los participantes en una negociación de una operación corporativa de *M&A* cuenta. En este sentido, se ha partido de la regulación española para analizar cómo afectan a la negociación las asimetrías de información existentes entre *bidders*, así como las asimetrías de información (en materia de opacidad) entre estos y la propia compañía objetivo. Se ha analizado, por último, cómo el problema del agente-principal puede afectar a las decisiones de negociación en operaciones corporativas, así como los inconvenientes que esto supone.

La conclusión principal respecto de este análisis es que estar en posesión de información desconocida por otros participantes modifica tanto el resultado de los procesos como el precio finalmente pagado para adquirir la compañía. Se concluye, además, que las negociaciones no se tratan únicamente desde una perspectiva económica racional, sino que se ven influidas por las emociones de las partes, generando resultados muy diversos y expuestos a cisnes negros, al no ser dichos resultados los esperados por el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bachelier, L. (1900). The theory of speculation. *Annales scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure*, 3(17), 21-86.
- Battigalli, P., Chiarella, C., Gatti, S., & Orlando, T. (2017). M&A negotiations with limited information: how do opaque firms buy and get bought?
- Berger, J. M., & Mandelbrot, B. B. (1963). A New Model for Error Clustering in Telephone Circuits. *IBM Journal*, 224-236.
- Black, F., & Scholes, M. (1972). The Valuation of Option Contracts and a Test of Market Efficiency. *The Journal of Finance*, 27(2), 399-417.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics* 31, 307-327.
- Campoamor, R. d. (1845). *Doloras* (5 ed.). Madrid.
- Cervera Conte, I. (2018). *Value at Risk (VaR)*. Apuntes Privados, Universidad Pontificia Comillas.
- Chae, J., Chung, J.-Y., & Yang, C.-W. (2009). Does Information Asymmetry affect Merger and Acquisitions in an emerging market?
- Cheng, P., Li, J., & Tong, W. H. (2008). Information Asymmetry in the Takeover Market.
- CincoDías. (14 de Julio de 2015). *Nueve de cada diez startups no llegan a los tres años de vida*. Recuperado el 17 de Marzo de 2019, de El País - Economía: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2015/07/13/emprendedores/1436785107_302353.html
- Cunningham, L. A. (2000). From Random Walks to Chaotic Crashes: The Linear Genealogy of the Efficient Capital Market Hypothesis.
- Davis, N. (2003). *The Triumph of Contrarian Investing : Crowds, Manias, and Beating the Market by Going Against the Grain*. Nueva York: McGraw-Hill.
- DELOITTE. (2014). *The Value Killers Revisited: A Risk Management Study*. DELOITTE.
- Derman, E., & Taleb, N. N. (2005). The illusions of dynamic replication. *Quantitative Finance*, Vol. 5, No. 4, 323-326.
- Dionne, G., Haye, M. L., & Bergères, A.-S. (2010). *Does Asymmetric Information Affect the Premium in Mergers and Acquisitions?* CIRRELT.
- Elton, E., & Gruber, M. (1974). Portfolio Theory When Investment Relatives are

- Lognormally Distributed. *The Journal of Finance*.
- Embrechts, P., Klüppelberg, C., & Mikosch, T. (1996). Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer.
- Embrechts, P., Resnick, S. I., & Samorodnitsky, G. (1999). Extreme Value Theory as a Risk Management Tool. *North American Actuarial Journal, Volume 3, Number 2*.
- Fama, E. F. (1969). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance, 25(2)*, 383-417.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives, 18(3)*, 25-46.
- Farinós, J. E., García, C. J., & Ibañez, A. M. (2000). *Información asimétrica alrededor del anuncio de una OPA*. Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Forbes. (2019). *Forbes*. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de #1 Jeff Bezos & family: <https://www.forbes.com/profile/jeff-bezos/#2c55cad01b23>
- Garrigues. (25 de Febrero de 2014). *Startups II: Soluciones para la situación de bloqueo*. Recuperado el 16 de Marzo de 2019, de Blog Garrigues: <http://blog.garrigues.com/startups-ii-soluciones-para-la-situacion-de-bloqueo/>
- Gencheva, D., & Davidavičienė, V. (2016). Reduction of the Information Asymmetry in Mergers & Acquisitions Through the Means of Payment. *Journal of System and Management Sciences Vol. 6 No. 2*, 16-32.
- Gibrat, R. (1931). *Les Inégalités économiques*. Paris.
- Goldstein, D. G., & Taleb, N. N. (2007). We Don't Quite Know What We Are Talking About When We Talk About Volatility. *Journal of Portfolio Management Vol. 33, No. 4*, 84-86.
- Grossman, S. J., & Hart, O. D. (1983). Implicit Contracts Under Asymmetric Information. *The Quarterly Journal of Economics*, 123-156.
- Güth, W., Huck, S., & Ockenf, P. (1996). Two-Level Ultimatum Bargaining with Incomplete Information: an Experimental Study. *The Economic Journal, 106(436)*, 593-604.
- Güth, W., Schmittberger, R., & Schwarze, B. (1982). An experimental analysis of ultimatum bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization, 3(4)*, 367-388.
- Heflin, F., & Shaw, K. W. (2000). Blockholder Ownership and Market Liquidity. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*.
- Hendricks, K., & Porter, R. (1988). An Empirical Study of an Auction with Asymmetric

- Information. *American Economic Review*, Vol. 78, issue 5, 865-883.
- Hua, C.-Y., Yao, M.-L., Lee, W.-C., & Chin, W.-M. (2006). *Information Asymmetry at Merge and Acquisition — An Investigation on Firms in the Electric Industry*. Obtenido de Atlantis Press: <https://download.atlantis-press.com/article/48.pdf>
- Hume, D. (1748). *Tratado de la Naturaleza Humana*.
- Hurst, H. E. (1956). The problem of long-term storage in reservoirs. *Hydrological Sciences Journal*, 1(3), 13-27.
- Jorion, P. (2006). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* (3 ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- JP Morgan Bank; Reuters. (1996). RiskMetrics - Technical Document. 4. Nueva York: JPMorgan Bank.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Juvenal, D. J. (1991). Sátira VI. En D. J. Juvenal, & A. P. Flaco, *Sátiras* (M. Balasch, Trad., pág. 162 y ss.). Barcelona: Gredos.
- Kirilenko, A., Kyle, A., Samadi, M., & Tuzun, T. (2010). The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market. *Journal of Finance*.
- LIERDE SICAV. (2018). *Comentario de los gestores*. Zaragoza: Augustus Capital.
- Limpert, E., Stahel, W., & Abbt, M. (2001). Log-normal Distributions across the Sciences: Keys and Clues. *BioScience*.
- Lowenstein, R. (2001). *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management*. Nueva York: Random House.
- Malkiel, B. G. (1999). *A Random Walk Down Wall Street: The Best Investment Advice for the New Century* (7 ed.). Nueva York: WW Norton & Co.
- Malmendier, U., & Tate, G. (2008). Who Makes Acquisitions? CEO Overconfidence and the Market's Reaction. *Journal of Financial Economics*, 89(1), 20-43.
- Mandelbrot, B. B. (1963). The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business*, Vol. 36, No. 4, 394-419.
- Mandelbrot, B. B. (2001). Scaling in financial prices: I. Tails and dependence. *Quantitative Finance Vol. 1*, 113-123.
- Mandelbrot, B. B., & Taleb, N. N. (2010). Random Jump, Not Random Walk. En F. X. Diebold, N. A. Doherty, & R. J. Herring, *The Known, the Unknown, and the*

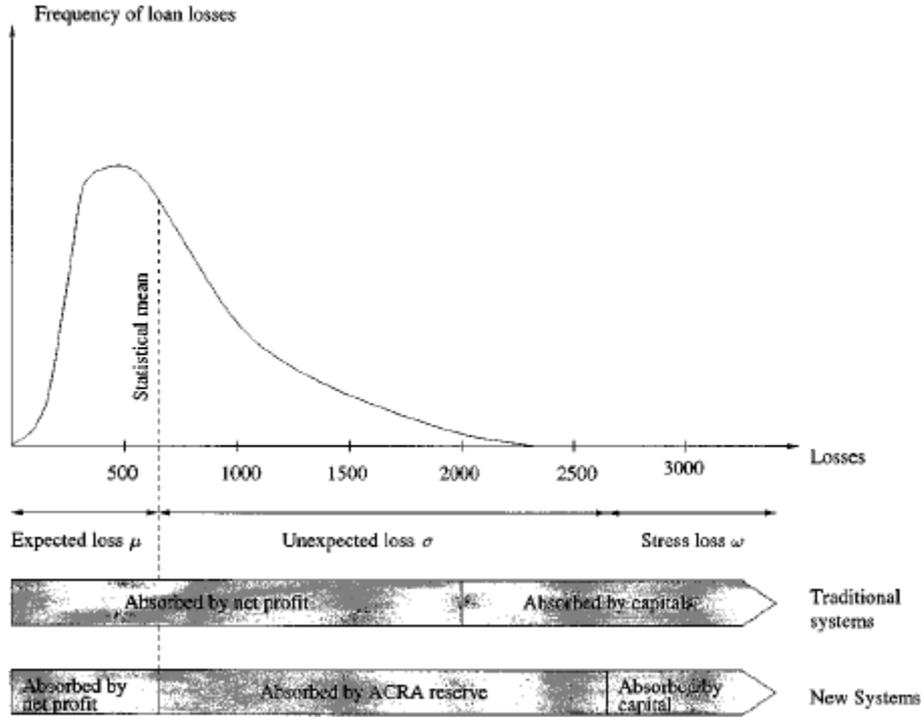
- Unknowable in Financial Risk Management: Measurement and Theory Advancing Practice*. Princeton University Press.
- Mandelbrot, B., & Hudson, R. (2006). *Fractales y finanzas: Una aproximación matemática a los mercados: arriesgar, perder y ganar*.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- McNeil, A. J., & Frey, R. (2000). Estimation of Tail-Related Risk Measures for Heteroscedastic Financial Time Series: an Extreme Value Approach.
- Neill, H. B. (1985). *The Art of Contrary Thinking* (9 ed.). Caldwell, Idaho: The Caxton Printers, Ltd.
- Pareto, V. (1896). *Cours D'Économie Politique*. (F. Rouge, Ed.) Lausanne: L'Université de Lausanne.
- Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson & Co.
- Povel, P., & Singh, R. (2004). Takeover Contests With Asymmetric Bidders.
- Prechter, R. R., & Frost, A. J. (1977). *Elliott Wave Principle: Key to Stock Market Profits*. New Classics Library.
- Preve, L. A. (2015). Con los ojos cerrados todos los cisnes son negros. *IEEM Revista de Negocios*, págs. 46-49.
- Prieto, I. (2016). Fractales en Finanzas: una Triple Aplicación. Contraste de la aleatoriedad, la gestión de cisnes negros, y el Behavioral Finance. Madrid.
- Qian, B., & Rasheed, K. (2004). Hurst exponent and financial market predictability. *IASTED Conference on Financial Engineering and Applications* (págs. 203-209). Cambridge, Massachusetts: IASTED.
- Rescher, N. (2009). *Ignorance: (On the Wider Implications of Deficient Knowledge)* (2 ed.). Pittsburgh : University of Pittsburgh Press.
- Rodríguez-Lara, I. (2016). Equity and Bargaining Power in Ultimatum Games. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 130, 144-165.
- Rojí, S. (2014). La ley potencial del IGBM: Una aproximación a la Econofísica en el mercado bursátil español. (I. E. Financieros, & F. d. Financieros, Edits.) *Análisis Financiero*, 124, 92-99.
- Ross, S. A. (1973). The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem. *The American Economic Review*, 63(2), 134-139.

- Ross, S. A. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory* .
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*.
- Shen, J.-C., & Capron, L. (2003). Acquiring Intangible Resources through M&As: Exploring Differences between Public and Private Targets. INSEAD.
- Shiller, R. J. (2003). From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 17, No. 1, 83-104.
- Sornette, D. (2004). *Why Stock Markets Crash: Critical Events in Complex Financial Systems*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Taleb, N. N. (2005). *Fooled by Randomness: the Hidden Role of Chance in Life and in the Markets* (3 ed.). Nueva York: Random House.
- Taleb, N. N. (2007). *The Black Swan: the Impact of the Highly Improbable*. Nueva York: Penguin.
- Taleb, N. N. (2009). Errors, robustness, and the forth quadrant. *International Journal of Forecasting*, 25(4), 744-759.
- Taleb, N. N. (2012). *Antifragile: Things That Gain From Disorder*. London: Penguin.
- Taleb, N. N. (2018). *Skin in the Game: Hidden Asymmetries in Daily Life*. Nueva York: Penguin Random House.
- Taleb, N. N., & Sandis, C. (2013). *The Skin In The Game Heuristic for Protection Against Tail Events*.
- Uría Menéndez. (2007). Guía sobre el nuevo régimen jurídico de las ofertas públicas de adquisición de valores.
- Wernerfelt, B. (1984). A resource based-view of the firm. *Strategic Management Journal*.

ANEXOS

Anexo I: Actuarial Credit Risk Accounting

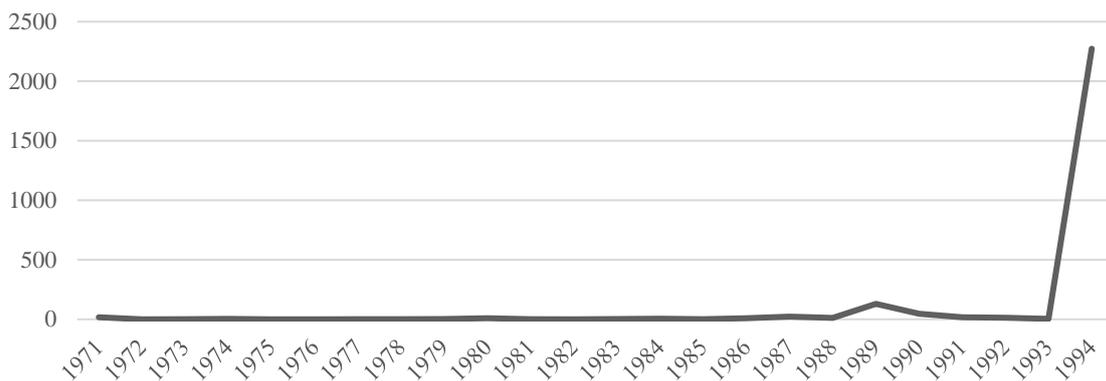
Gráfico AI.1: Sistema ACRA con relación a la distribución de las potenciales pérdidas en la industria aseguradora



Fuente: (Embrechts, Resnick, & Samorodnitsky, 1999)

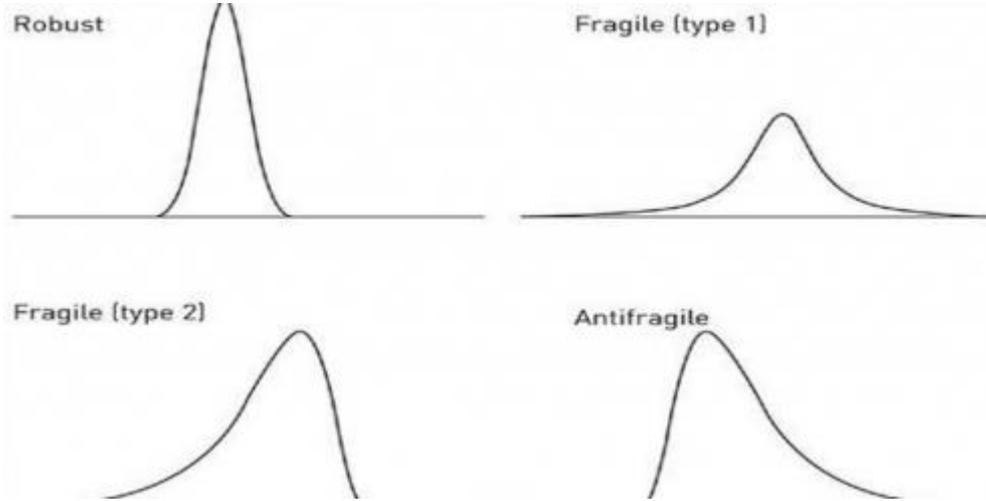
El Sistema ACRA presenta una fragilidad de tipo 2 de Taleb, pues está expuesto a potenciales pérdidas ilimitadas, con un *upside* limitado a las primas cobradas a los asegurados (aunque con un gran margen). Además, el mundo de los seguros es un mundo donde las observaciones extremas pueden tener mucho peso –así, nos encontramos ante una población frágil de tipo 2 (ver Anexo II) y no robusta–. En este sentido, por ejemplo, veamos la evolución de los datos de terremotos en California (Embrechts, Resnick, & Samorodnitsky, 1999):

Gráfico AI.2: Datos de terremotos en California



Anexo II: Tipos de fragilidad o robustez según Taleb

Gráfico AII.1: Tipos de fragilidad o robustez según Taleb



Fuente: (Taleb, Antifragile: Things That Gain From Disorder, 2012)

Tabla AII.1: Cuadrantes de Taleb, en función de la distribución y la complejidad de los *payoffs*

APPLICATION	Simple payoffs	Complex payoffs
DOMAIN		
Distribution 1 ("thin tailed")	Extremely robust to Black Swans	Quite robust to Black Swans
Distribution 2 ("heavy" and/or unknown tails, no or unknown characteristic scale)	Quite robust to Black Swans	LIMITS of Statistics - extreme fragility to Black Swans

Fuente: elaboración propia, basado en Taleb, Errors, robustness and the forth quadrant, 2009