

# **CRONOLOGÍA FOTOGRÁFICA DE LAS FINANZAS**

**Los instrumentos, los conceptos,  
las herramientas**

**Volumen 2. De 1901 a 1950**

**Ricardo A. Fornero**  
*Universidad Nacional de Cuyo*

**2007**

1903  
 1918 1930 1950s 1964

## Primero fue el gráfico del punto de nivelación, y después el nombre *Break-even point*

Las relaciones funcionales entre precio de venta, costo unitario, volumen y ganancia son planteadas en forma gráfica en 1903 por un ingeniero, Henry Hess, que desarrolla un ‘cross-over chart’ (gráfico de punto de cruzamiento). El artículo *Manufacturing: Capital, costs, profits and dividends* fue publicado por Engineering Magazine. Un ingeniero consultor de empresas, Charles E. Knoeppel (1881–1936), publica en 1908 y 1909 algunos artículos en la misma revista acerca de la distinción entre costos fijos y variables de la empresa, y en 1918 los reúne con formato de libro: *Graphic Production Control*. Hasta los años 1960 algunos todavía se referían a esa representación como ‘gráfico de Knoeppel’.

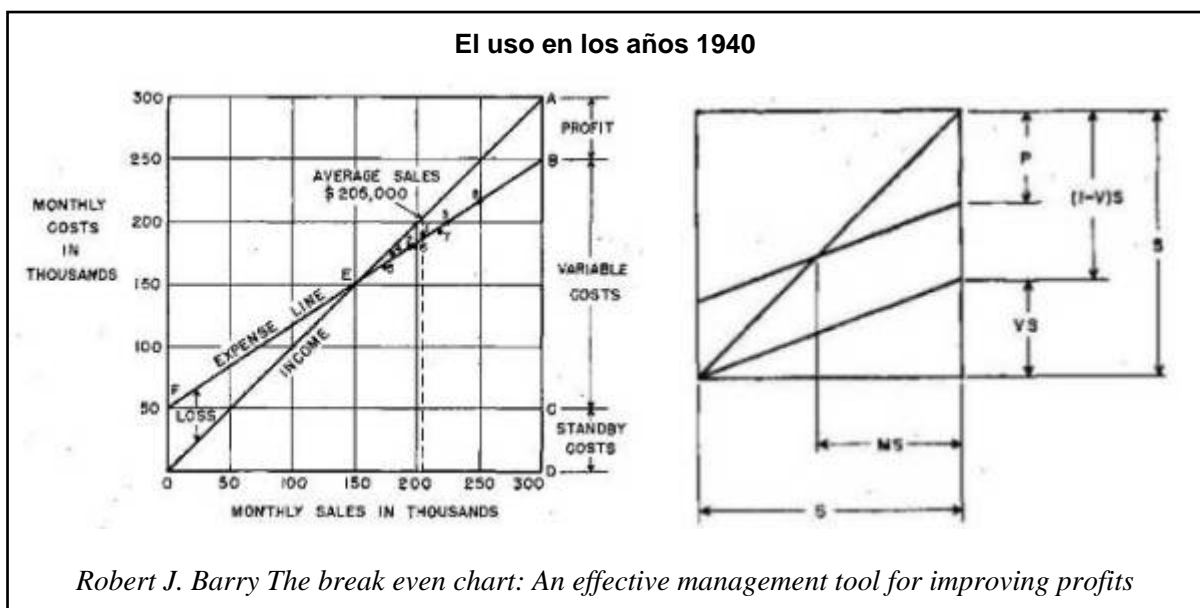
Como se ve, “pocos contadores han cruzado la frontera entre la contabilidad y la ingeniería, mientras que muchos ingenieros han saltado esa cerca” (Charles E. Knoeppel y Edgar C. Seybold, *Managing for Profit*, 1937).

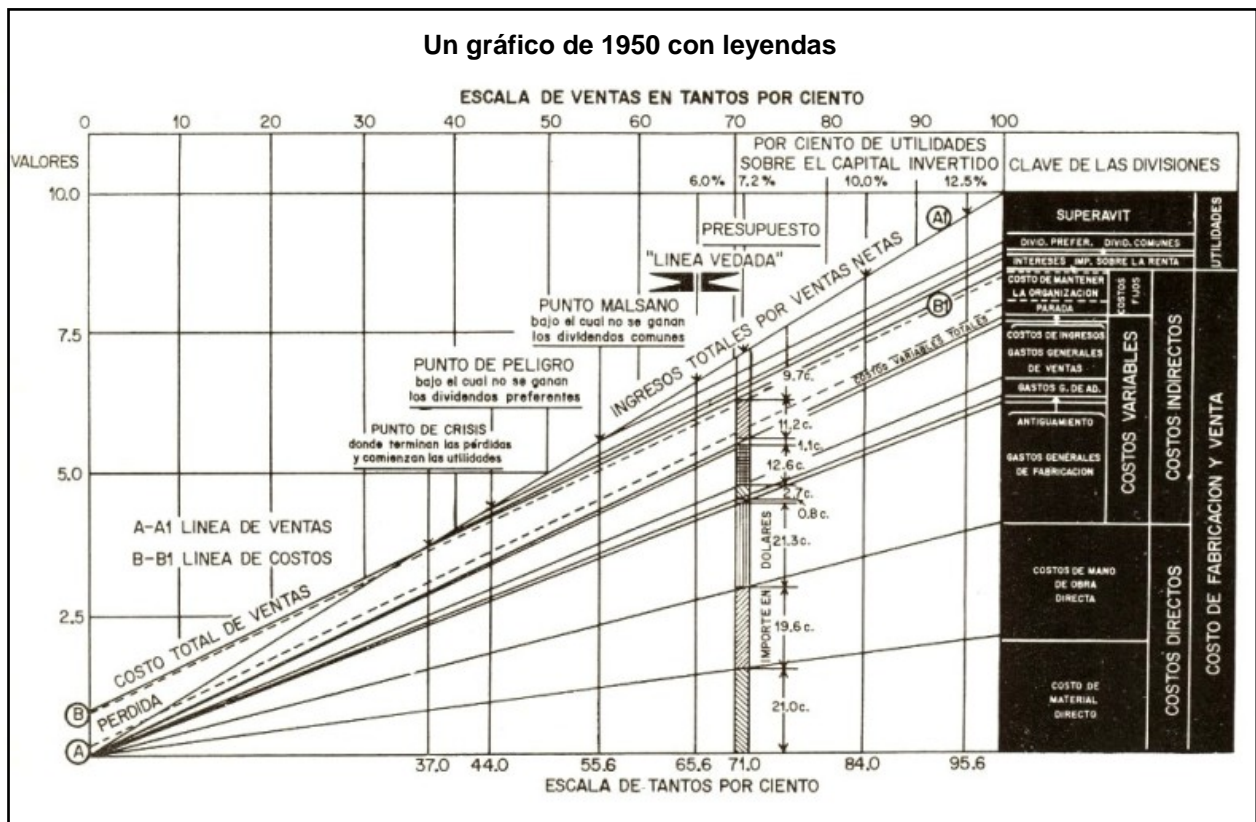
Parece que en 1922 Walter Rautenstrauch (1880–1951), ingeniero mecánico, consultor de empresas y profesor de Columbia University, utiliza en sus clases el nombre de ‘break-even point’ para describir esas relaciones de precio-costo-volumen-ganancia. En su libro de 1930, *The Successful Control of Profits*, plantea esa denominación al hacer una explicación detallada de su utilización para las decisiones en la empresa.



W. Rautenstrauch

Raustenstrauch reúne todos sus estudios previos acerca de las políticas de precios y costos de las empresas industriales en su libro más conocido, *The Economics of Industrial Management*, escrito con Raymond Villers y publicado en 1949. En 1950, poco antes de su muerte



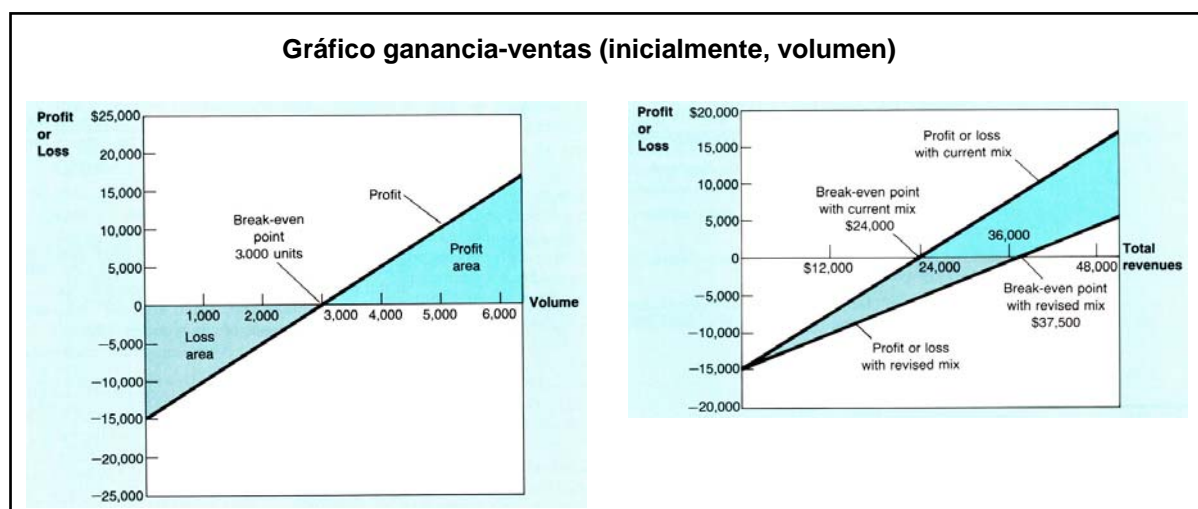


concluye *Budgetary Control*, también con Villers, otra síntesis de sus reflexiones y desarrollos para la dirección de empresas.

El punto de cruzamiento (de ingresos y costos), o punto que separa las pérdidas de las ganancias (break-even) tiene varias denominaciones en español: punto de equilibrio, umbral de rentabilidad, punto de nivelación. Este último parece ser el más adecuado. El gráfico, a su vez, generalmente se denomina break-even chart, y también cost-volume-profit graph, como el análisis que refleja: análisis de nivelación, o de costo-volumen-ganancia.

En los años 1940 se difunde la terminología de 'contribución a la ganancia' ('margen de contribución' o 'contribución marginal'), 'margen de seguridad' (margin of safety), 'ventas de nivelación' (o 'de equilibrio'), y otras expresiones, para el análisis práctico del efecto de las decisiones según las relaciones de precios, costos y volumen. Esto origina, en los años 1950, el enfoque contable de 'direct costing' (o 'cálculo de costo con criterio de variabilidad', frecuente, aunque imprecisamente denominado en español 'costeo variable'), en oposición al cálculo de costos totales. W.B. Lawrence publica en 1945 un primer planteo, *Cost accounting versus the pricing system* (The Accounting Review). En los años siguientes el debate es intenso y, con frecuencia, demasiado principista.

El gráfico de resultados (profit-volume graph) se desarrolla alrededor de 1950 (J.V. Fordon, *Profit variations*, en The Accounting Review, 1951). Como consecuencia de este gráfico, en los años 1970 se comienza a utilizar la denominación 'operating leverage' (o 'palanca operativa'), justamente por la similitud del gráfico con una palanca. Esto hace que la palabra 'leverage', de uso extendido en finanzas de empresas desde los años 1930 para referirse al efecto del endeudamiento de la empresa, deba ser calificada para más claridad, y comienza a utilizarse la expresión 'financial leverage'. El uso financiero inicialmente no tenía nada que ver con un gráfico de la forma 'resultado-ventas'.



El enfoque de la contribución marginal es una aplicación de las nociones económicas de dos clases de costos: prime cost y supplementary cost (a veces también denominados fixed, overhead cost). En economía estas denominaciones se utilizan desde los tiempos de Alfred Marshall (1842–1924) para distinguir entre los efectos de ‘corto plazo’ y de ‘largo plazo’. Marshall, en *Principles of Economics* (1890), explica:



**Alfred Marshall**

*“El hombre de negocios, cuando invierte su capital en procurarse medios para llevar a cabo una empresa, lo hace con el propósito de recuperarlo mediante el precio que obtenga por los productos. Espera cobrar por ellos un precio suficiente, es decir, que cubra no sólo el costo primario (prime cost) sino también los gastos generales del negocio, que podemos llamar costo adicional (supplementary cost). Estos dos elementos son su costo total.” “El costo adicional debe ser cubierto generalmente por el precio de venta en un período corto, al menos en un grado considerable; y debe ser cubierto totalmente a largo plazo, pues si no lo fuere la producción se detendría.”*

La terminología ‘prime cost’ y ‘supplementary cost’ se mantiene en economía hasta bien avanzado el siglo XX, así como las dudas acerca de su alcance teórico y práctico (o, si se quiere, el sentido que tiene el ‘corto plazo’ al que tanto se refieren Marshall y Keynes). G.D. MacDougall, en un artículo de 1936, procura dilucidar esta cuestión (*The definition of prime and supplementary costs*, publicado por *Economic Journal*).

En el ámbito empresarial y de la contabilidad, si bien se hace referencia a las ‘cargas generales’ (overhead), desde Hess y Knoeppel ya se utiliza la denominación de costo fijo y variable. De modo contemporáneo al artículo de MacDougall, *The Accounting Review* publica un artículo de R.L. Dixon Jr cuyo título es, justamente, *Fixed and variable costs*.

En los años 1960, finalmente, al difundirse el tratamiento probabilístico para la evaluación de cuestiones de negocios, se incorpora la incertidumbre de las ventas en el análisis del comportamiento del resultado y el punto de nivelación. El primer artículo que se refiere a este tema es de Robert K. Jaedicke y Alexander A. Robichek, *Cost-volume-profit analysis under conditions of uncertainty*, publicado por *The Accounting Review* en 1964.

**1906**  
**1930**

## La inversión como decisión intertemporal: Irving Fisher y la teoría del interés

Irving Fisher (1867–1947) se basa en las teorías intertemporales del capital de los economistas austríacos, en especial la formulación de Eugene Böhm-Bawerk (1851–1914). La formulación de Böhm-Bawerk se publica en 1890. Fisher desarrolla su planteo del capital y la inversión inicialmente en *Appreciation and Interest* (1896), y de modo definido en *The Nature of Capital and Income* (1906) y *The Rate of Interest: Its nature, determination and relation to economic phenomena* (1907).



Irving Fisher



E. Böhm-Bawerk

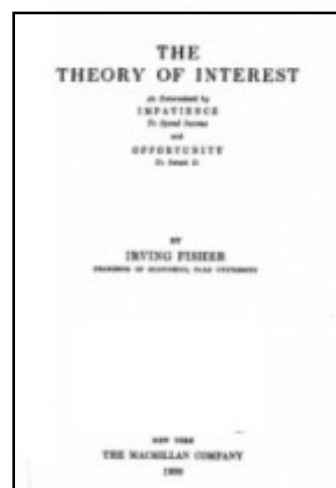
La versión más conocida es la ‘segunda aproximación a la teoría del interés’ en *The Theory of Interest: As determined by the impatience to spend income and opportunity to invest it* (1930, Macmillan).

Inicialmente Fisher se refiere a la preferencia temporal, o agio, y después utiliza la expresión ‘impaciencia humana’. “Hay un conflicto eterno entre el impulso a consumir y el impulso a invertir. El impulso a consumir es causado por la impaciencia de obtener gratificación inmediata, y el impulso a invertir es causado por las oportunidades de obtener, con la demora, una gratificación relativamente mayor, sea para sí mismo o para otros.”

En esta interacción de ‘impaciencia’ y ‘oportunidad’ hay un eco de las famosas tres razones para la existencia del interés y su magnitud que plantea Böhm-Bawerk: las causas psicológicas de la mayor utilidad marginal de los bienes en el presente que en el futuro, y la causa técnica de la productividad de los métodos ‘capitalistas’ de producción que permite pagar por el uso del capital. Las oportunidades de inversión, entonces, surgen de la creciente intercalación de etapas intermedias entre los factores originarios y los bienes de consumo terminados, y existirán fondos para financiarlas justamente por la rentabilidad que resulta de esa organización económica.

“La tasa de interés es el vínculo entre el ingreso futuro y el valor del capital. De modo práctico, lo que se transa entre el presente y el futuro es únicamente dinero”. Fisher procura mostrar cómo se determina la tasa de interés, y para eso plantea una teoría de la inversión y del equilibrio en el mercado de capital.

“El valor del capital es el ingreso capitalizado y nada más. El ingreso neto fluye, o es producido por, bienes de capital y actividades humanas; por tanto el valor del capital es igual al valor de los bienes de capital.” De aquí la distinción entre flujo y stock, y la definición del valor de capital (capital value) como el excedente actualizado de ingresos sobre costos.





Fisher analiza el problema en dos etapas: las oportunidades de inversión (que se consideran según la tasa de rendimiento sobre costo (rate of return over cost) y las oportunidades del mercado de capital. De esta formulación surge lo que después se ha denominado el ‘teorema de separación de Fisher’: a) la decisión de inversión de la empresa es independiente de las preferencias del propietario, y b) la decisión de inversión es independiente de la decisión de financiamiento.

La tasa de rendimiento sobre costo que define Fisher no es la tasa de eficiencia marginal del capital que Keynes utiliza para su formulación del interés y la inversión. Es una tasa marginal o diferencial.

### El ‘valor actual neto’

Fisher propone la medida del valor del capital como un criterio de inversión: el objetivo de la inversión es obtener el mayor ‘valor del capital’.

Este concepto será retomado recién en 1951, con la discusión de los libros de Friedrich y Vera Lutz, y de Joel Dean [ficha 1951].

La designación como ‘valor actual neto’ (net present value) se generaliza durante los años 1950.

Fisher procura mostrar que la ordenación de alternativas de inversión según el criterio de la riqueza máxima depende de la tasa de interés de mercado. La tasa marginal de rendimiento sobre costo es un modo de determinar a qué tasa de interés cambia la preferencia por una de las alternativas de inversión.

Irving Fisher hizo una fortuna con rolodex, el sistema de tarjetas visibles. Pierde su fortuna con la caída bursátil de 1929, y daña su reputación con su recordado consejo a los inversores, poco antes del derrumbe, de que los precios de las acciones no estaban sobrevaluados sino que, por el contrario, subirían más aún, a un nuevo y permanente nivel.



Irving Fisher

### John Hicks y la ‘teoría austríaca del capital’

John Hicks (1904–1989, premio Nobel de Economía 1972, con Kenneth Arrow) comenta en su tercer estudio del capital, *Capital and Time. A Neo-Austrian Theory*, de 1973 (los anteriores fueron *Value and Capital*, 1939, y *Capital and Growth*, 1965):

“He manifestado la filiación ‘austríaca’ de mis ideas; el tributo a Böhm-Bawerk [1851–1914] y a sus seguidores es algo que me enorgullece hacer. Estoy dentro de su línea; según hacía mi trabajo comprobé que era una tradición más amplia y extensa de lo que al principio parecía. Los ‘austríacos’ no fueron una secta particular, al margen de la corriente principal de la economía, sino que estuvieron dentro de ella; eran los demás los que estaban fuera.

“El concepto de producción como un proceso en el tiempo, con capital (capital contable) como el ‘informe’ que se hace en el presente acerca del estado de ese proceso, no es específicamente ‘austríaco’. Es el mismo concepto que subyace en la teoría de los economistas clásicos británicos, y es más antiguo todavía –más antiguo, incluso, que Adam Smith.



John Hicks

Es el típico punto de vista del hombre de negocios, actualmente el punto de vista de los contables, y antiguamente el punto de vista de los comerciantes. Es la opinión obligada de los comerciantes, tan pronto como empiezan a pensar en sus negocios, para encuadrar sus actividades en un esquema racional.

“Hay una curiosa evidencia de esto en un sitio donde sorprende hallarla. En un pasaje de la Introducción al *Decameron*, escrito en 1360, Bocaccio describe el impacto en las mentes populares de la gran plaga de Florencia, la convicción de que no van a durar mucho. ‘En vez de procurar los productos futuros de su ganado y su tierra y de sus trabajos pasados, dedican toda su atención al consumo de los bienes presentes’ [Non d’aiutare i futuri delle bestie e delle terre e delle loro passate fatiche, ma di consumare quegli chi si trovavano presenti si sforzavano con ogni ingegno.]

“¿Cuál es la razón de que Bocaccio escriba como Böhm-Bawerk? La razón profunda es que pensaba como comerciante.

“Böhm-Bawerk toma el concepto clásico de capital y lo enlaza con la teoría de la elección individual de Karl Menger [1840–1921]. Este último aspecto no era particularmente chocante a sus contemporáneos (como Marshall y Clark), que se habían convertido a una teoría utilitaria, la cual era prácticamente igual. Pero los impresionaba su cortante reformulación del concepto clásico de capital, *que les parecía pasada de moda porque ellos mismos la rechazaban*. La razón principal de este rechazo es que no se acomodaba en la teoría estática. El único capital que podía encajar en una teoría estática es un capital que significa bienes de capital: ‘herramientas’ como Marshall prefiere decir. Sin duda que existieron otras razones de por qué se volvieron hacia el ‘realismo’, como me siento tentado a llamarlo. Pero estoy convencido de que ésta es la razón principal. Desde el punto de vista realista el proceso se pierde de vista.

“Durante dos generaciones, los tiempos de Marshall y Pigou, el realismo (en su conjunto) fue dominante. El método estático a que estaba asociado era poderoso y, para los propósitos de aquel entonces, parecía útil. Keynes, desde luego, fue educado en el realismo; incluso la Teoría General es, principalmente, un libro realista.

“Se puede abordar un período corto (la preocupación de Keynes en su Teoría General) con el pensamiento realista; incluso el ahorro y la inversión en un período corto. Pero es lógicamente imposible ocuparse de una secuencia de tales períodos sin reinstaurar la disciplina contable. La presente generación de economistas empieza a apartarse del realismo, volviendo a la tradición clásica que los austríacos mantuvieron viva.”

1909  
 1919 1923 1962 1970

## Calificación de riesgo de los bonos: Rating agencies

Las agencias calificadoras de riesgo (rating agencies) se originan en Estados Unidos en 1909, cuando John Moody (1868–1958) inicia la actividad de calificación de títulos. Desde esa fecha utiliza la escala Aaa a C para expresar las calificaciones.

La calificación formal de riesgo existía desde mucho antes, referida al crédito comercial [ficha 1841]. Las empresas que suministraban esta información expresaban la calificación con letras, y Moody adopta este formato.

En 1900 la recientemente formada John Moody & Company publica *Moody's Manual of Industrial and Miscellaneous Securities*, un manual con información de acciones y bonos. Con la crisis del mercado de acciones de 1907 la empresa debe vender el negocio del manual, para adecuar su capital.

En 1909 publica un libro en el que analiza los títulos de las empresas de ferrocarriles (*Moody's Analyses of Railroad Investments*), ofreciendo conclusiones concisas acerca de la calidad como inversión. El libro proporciona información de los principios de análisis que utiliza Moody para evaluar las operaciones, la dirección y las finanzas de esas empresas.

En 1913 la base de análisis se expande, incluyendo la evaluación de empresas industriales y de servicios públicos. En 1914 incluye los bonos emitidos por municipios y ciudades, y Moody's Investors Service toma la forma incorporada. En 1919 ya califica todos los bonos públicos (estatales y locales), y en 1924 el servicio de información cubre prácticamente la totalidad del mercado de bonos de Estados Unidos.

Henry Varnum Poor (1812–1905) y su hijo Henry William Poor (1844–1915), como sociedad H.V. and H.W. Poor Co., publican en 1868 el primer volumen del informe anual de las empresas de ferrocarriles. Las sucesivas publicaciones se difunden como *Poor's Manual*.

Las empresas de ferrocarriles de Estados Unidos son quizá las primeras empresas multidivisionales del mundo, que operan en una extensa geografía y contratan directivos profesionales. Desde 1832 ese sector tiene una publicación especializada, *The American Railroad Journal*. John Poor se hace cargo de la edición en 1849, y comienza a publicar información sistemática de esas empresas (activos, compromisos, ganancias). Así se origina el primer *Poor's Manual*, después de la guerra civil en Estados Unidos.

En 1873 Henry Varnum Poor se retira y, a través de *Poor's Railroad Manual*, continúa publicando el manual. Su hijo forma *Poor and Co*, dedicada al corretaje de títulos. En 1919 se forma *Poor's Publishing*, para publicar la información de los manuales *Railroad* y *Moody*, y a partir de 1922 comienza a calificar bonos de empresas.



**John Moody**



**Henry V. Poor**



En 1913 John Knowles Fitch (1880–1943) funda Fitch Publishing Co, como empresa de información financiera (que después se denomina Fitch Ratings). En 1924 comienza a expresar sus calificaciones de riesgo con la escala AAA a D, que también utiliza Poor's.



**John K. Fitch**

Luther Lee Blake (1874–1953) forma en 1906 Standard Statistics Bureau, que publica tarjetas con información acerca de empresas industriales y ferrocarriles. En 1914 se transforma en Standard Statistics Inc., y en 1923 comienza a calificar bonos municipales.

En 1941 se fusionan Standard Statistics Inc y Poor's Publishing, y así se forma Standard & Poor's, que en ese año publica *Bond Guide*, con calificaciones de 7.000 bonos.

Standard and Poor's califica solamente bonos de empresas hasta principios de los años 1950, en que comienza a calificar los bonos de los gobiernos estatales y locales de Estados Unidos.



La compañía continúa con el cómputo del índice de mercado que Standard Statistics comenzó a hacer en 1926, 90 Stock Composite Price Index, calculado diariamente. En 1957 comienza a publicar el actual Standard & Poor's 500, que es la base de los futuros que se transan en Chicago Mercantile Exchange a partir de 1983.

En 1966 Standard and Poor's es adquirida por McGraw-Hill Companies, la empresa editorial.

En 1962 la empresa de información de crédito comercial Dun & Bradstreet [ficha 1841] adquiere Moody's Investor Service, la agencia de calificación fundada por John Moody en 1909. De este modo, los negocios tan relacionados de la información de crédito y de la calificación de bonos toman la forma de una sola empresa, aunque continúan operando con la apariencia de organizaciones independientes.



En 1970 las principales agencias de calificación comienzan a cobrar a los emisores por las calificaciones, y no, como hasta ese momento, sólo a los inversores suscriptos a esa información. Esto se justifica considerando que las calificaciones objetivas tienen un importante valor para las empresas, por el acceso al mercado. Y también porque la mayor complejidad de los instrumentos utilizados requiere un proceso de calificación y seguimiento con una estructura especializada importante, que no puede mantenerse sólo con las suscripciones.

En 1975 la Securities and Exchange Commission (SEC) de Estados Unidos estipula la categoría 'organización de calificación estadística reconocida nacionalmente' (Nationally Recognized Statistical Rating Organization, NRSRO).

Las calificaciones evolucionan según lo hacen los instrumentos financieros. En 1975 Standard and Poor's hace la primera calificación de MBS (mortgage backed securities), y en 1984 comienza a calificar Money Market mutual funds y Bonds funds.

A fines de los años 1970 Standard and Poor's reordena la metodología de calificación, y publica el primer libro donde se explican y detallan los criterios de calificación.

1909

1919 1923 1962 1970

El papel de las calificaciones de bonos en los mercados financieros es muy importante en las últimas décadas del siglo XX. En 1996 el periodista Thomas Friedman dice (en una entrevista en televisión): “En mi opinión, actualmente hay dos superpotencias en el mundo. Están los Estados Unidos, y está Moody’s Bond Rating Service. Los Estados Unidos pueden destruirte con bombas, y Moody’s puede destruirte bajando la calificación de tus bonos. Créanme que a veces no es claro quién es más poderoso.”

En 1997 Fitch se fusiona con IBCA Lmted (de Londres), y en 2000 adquiere Duff & Phelps Credit Rating.

**FitchRatings**  
KNOW YOUR RISK

### **¿Por qué las agencias de calificación surgieron en Estados Unidos?**

*Fuente: Richard Sylla, A historical primer on the business of credit ratings, Working Paper, 2001*

Cuando John Moody introduce la innovación de la calificación de bonos los inversores holandeses llevaban tres siglos comprando bonos, los inversores ingleses dos siglos, y los americanos un siglo. Todo ese tiempo sin el beneficio de una agencia de calificación. ¿Por qué no se le ocurrió a alguien antes hacer eso?

El papel que dicen para sí las agencias es que sus calificaciones son una indicación para los inversores acerca de la capacidad del emisor de un bono de cumplir los términos del contrato. Durante mucho tiempo esto no se consideró relevante, ya que las inversiones se hacían en bonos de gobiernos que los inversores consideraban capaces de honrar sus compromisos. En el siglo XVIII sólo unos pocos países con gobierno representativo entraban en esta categoría. Algunos más se agregaron en el siglo XIX.

Hay un relato interesante del historiador Niall Ferguson acerca de las características de responsabilidad y representación que evaluaban los inversores. En 1817 el gobierno de Prusia quiere obtener un préstamo en Londres, para evitar los problemas políticos que podría ocasionar si lo contrataba de modo local. Consulta con Nathan M. Rothschild, responsable del banco en Londres, quien le dice que, por la forma absolutista de gobierno prusiana, sería necesario que cualquier préstamo tuviera una garantía con tierras:

*[T]o induce British Capitalists to invest their money in a loan to a foreign government upon reasonable terms, it will be of the first importance that the plan of such a loan should as much as possible be assimilated to the established system of borrowing for the public service in England, and above all things that some security, beyond the mere good faith of the government . . . should be held out to the lenders . . . . Without some security of this description any attempt to raise a considerable sum in England for a foreign Power would be hopeless[;] the late investments of British subjects in the French funds have proceeded upon the general belief that in consequence of the representative system now established in that Country, the sanction of the Chamber to the national debt incurred by the Government affords a guarantee to the Public Creditor which could not be found in a Contract with any Sovereign uncontrolled in the exercise of the executive powers.*

Es decir, en Londres se considera que una monarquía constitucional tiene un mejor riesgo crediticio que un régimen neo-absolutista. Durante el siglo XIX muchos países en Europa y el mundo adoptan constituciones con forma re-presentativa, y por eso el mercado internacional de bonos comienza a crecer.

En todo este tiempo, las empresas en Europa se financian principalmente con préstamos bancarios y capital propio, no con bonos. En Estados Unidos, por el contrario, las cosas son diferentes. La economía de este país es de proporciones continentales, lo que lleva a proyectos de desarrollo de gran escala. A su vez, el sistema bancario está bastante fragmentado en los distintos estados.

En comparación con los países europeos, en los que la guerra es el principal promotor del endeudamiento público, en Estados Unidos la deuda pública (nacional y estatal) es relativamente pequeña. La necesidad de fondos en ese país, durante buena parte del siglo XIX, se origina en la construcción de ferrocarriles, que es realizada por empresas (y no por el Estado). Después de 1850 las empresas de ferrocarriles comienzan a tener un tamaño y un riesgo de negocios que es demasiado grande para el financiamiento mediante bancos o con emisión de acciones. La solución fue desarrollar un mercado de bonos de ferrocarriles, tanto local como internacional. Durante décadas el mercado de bonos de empresas es, en realidad, un mercado de bonos ferroviarios; es, sin embargo, un mercado mucho más grande que el de cualquier otro país.

No fue por casualidad, entonces, que la agencia de Moody se originara en Estados Unidos, ni que sus calificaciones iniciales fueran sólo de bonos de ferrocarriles. Sin embargo, durante más de 50 años ese mercado no requirió calificaciones independientes. ¿Qué llevó a esa innovación?

En esa época los inversores y prestamistas tenían tres fuentes de información acerca de las empresas de las que podían comprar acciones y bonos: los informes de crédito comercial, la prensa especializada (periodistas innovadores como Henry Varnum Poor), y los bancos de inversión (que, por ser los colocadores de los títulos y comprometer su reputación, procuran obtener toda la información relevante acerca de la empresa).

En cierto sentido, la agencia de calificación que inventó John Moody reúne en una sola las funciones de estas tres instituciones.

Los bancos de inversión tienen vínculos con entidades de otros países (específicamente, Europa), con las que forman redes para realizar las colocaciones.

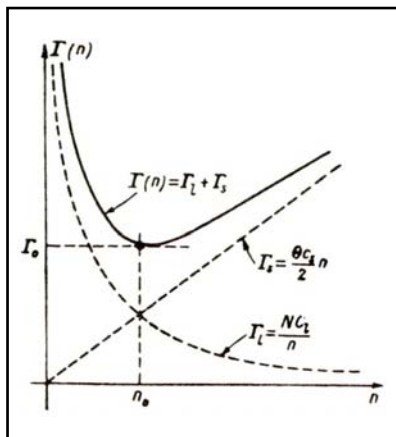
Pero los banqueros de estilo europeo asumen un rol relativamente activo en el monitoreo de las empresas. En esa época, en los Estados Unidos generaba suspicacias de 'dominio bancario', 'capitalismo financiero', y cosas por el estilo, ya que los inversores se preguntaban por qué no podían acceder a la misma información que los banqueros.

Este fue el requerimiento 'del público inversor' que atendió John Moody con sus calificaciones de la calidad de inversión de los bonos de ferrocarriles. En realidad, la innovación implica una transferencia del 'capital de reputación' del banco de inversión a la agencia de calificación.

1915  
1952 1961 1966

## El modelo de la 'cantidad económica de compra'

La fórmula de la cantidad óptima de una orden de compra (optimal economic order quantity) fue planteada en 1915 por Ford W. Harris (la 'W' es por Whitman). Con una forma específica del consumo por unidad de tiempo, y de las funciones del costo de realizar la compra y de mantener la existencia, Harris determina la cantidad de cada compra con mínimo costo total.



En forma analítica obtiene la expresión  $n = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$

donde  $n$  es la cantidad a comprar,  $K$  es el costo de colocar una orden de compra,  $D$  es el consumo en la unidad de tiempo considerada, y  $h$  es el costo de mantener la existencia.

Esta es la fórmula muy difundida para lo que ahora se denomina cantidad óptima de cada compra cuando la demanda es independiente.

Dos años antes, en 1913, Harris había analizado los componentes del problema en un artículo publicado en *Factory, The Magazine of Management*, *How many parts to make at once* (Cuántas partes producir a la vez).

En 1989, Donald Erlenkotter publica en *Management Science* una indagación acerca del origen de la fórmula (*An early classic misplaced: Ford W. Harris's economic order quantity model of 1915*). Señala que existió un error de cita en 1931, y este error fue repetido de ahí en adelante por quienes no revisaban las referencias que mencionaban. Erlenkotter comenta: "El ensayo de Harris es un ejemplo de presentación hábil de los conceptos de la ciencia de la dirección (management science), y aún hoy merece leerse. Los investigadores actuales pueden aprender mucho del enfoque de formulación de modelos de Harris, y muy bien podrían emular su claridad expositiva y su efectividad comunicacional."

El modelo de control de inventarios fue ampliado a partir de los años 1920 con diversas contribuciones. En 1953 Thomson M. Within publica la primera formulación teórica completa de la administración de inventarios, el libro *The Theory of Inventory Management*.

El denominado 'control de inventario', entendido como la cantidad óptima de compra, es un típico problema temporal cuando la demanda es aleatoria. Por eso, una vez desarrollada la programación dinámica en los años 1950, fue una de las primeras aplicaciones al ámbito de los negocios.

La regla de decisión basada en la cantidad óptima de compra requiere un pronóstico de la demanda. Jay Forrester (1918– ), en su libro *Industrial Dynamics* de 1961, analiza las interacciones sistémicas en los flujos de materiales, información y decisiones en empresas que se relacionan en la cadena de producción, distribución y venta.

Forrester señala que las reglas que suelen utilizar las empresas para procesar la información, realizar estimaciones y tomar decisiones tienen en el conjunto una amplificación sistémica, lo que lleva a ineficiencia en el uso de los recursos. Con su método se puede simular esas interacciones, mediante un modelo dinámico, y evaluar la efectividad de las reglas y de los cambios en las reglas de información y decisión.



Jay Forrester



William Baumol

En 1952 William Baumol (1922– ) utiliza el razonamiento del inventario de bienes para evaluar la demanda de dinero para transacciones, principalmente de individuos (*The transactions demand for cash: An inventory theoretic approach*, publicado por Quarterly Journal of Economics).

Merton H. Miller (1923–2000) y Daniel Orr (1934– ), en un artículo publicado en 1966 también por Quarterly Journal of Economics, *A model of the demand for money by firms*, analizan esta lógica del inventario y su control con la ‘regla de raíz cuadrada’ para los saldos de dinero de la empresa, y amplían el desarrollo de Baumol, para representar las condiciones de empresas, y no principalmente de familias con ciclo fijo de ingresos y desembolsos.



Merton H. Miller



Daniel Orr

**1915**

## **Origen de la expresión 'ingeniería económica' (Engineering Economics)**

John C.L. Fish (1870–1962) [John Charles Lounsbury] es uno de los pioneros de la 'ingeniería económica'. En su libro de 1915 *Engineering Economics: First Principles* (publicado por McGraw-Hill) plantea que “cada estructura de ingeniería, con pocas excepciones, es resultado de requerimientos económicos; y el diseño de cada parte, excepto algunas, y el del todo, es juzgado finalmente desde un punto de vista económico”. Por eso, “los así denominados principios de diseño están subordinados a los principios que subyacen en el juicio económico”. La intención de Fish es cerrar la brecha entre los principios ingenieriles de diseño y los principios económicos de evaluación. Su intento está orientado a los estudiantes de ingeniería, que podrán de este modo completar la perspectiva de su profesión.

En esa época, temprana en términos del desarrollo de técnicas para la evaluación económica, Fish procura resumir los principios del análisis económico de la empresa. Su libro se parece muy poco a los actuales con el mismo nombre, que son un catálogo de los conceptos y modelos económicos y contables para las decisiones de inversión y gestión de recursos.

Será por eso que en ellos ni siquiera lo recuerdan como quien puso el nombre a esa forma de presentar los elementos de la evaluación económica de las decisiones.

John Fish fue profesor de ingeniería civil en Stanford durante 42 años, hasta que su retiro en 1935.



## Donaldson Brown y el modelo DuPont del rendimiento

Pierre y Coleman DuPont utilizan el criterio de rendimiento de la inversión (return-on-investment, ROI) desde 1903 para medir el desempeño de DuPont Power Company.

En 1919 F. Donaldson Brown (la 'F' es por Frank) (1885–1965), quien trabaja en la administración de DuPont desde 1912, desarrolla el rendimiento de la inversión en los componentes de margen sobre ventas y rotación, como un modelo de planeamiento y evaluación de negocios. Se aplica en General Motors, empresa en la cual DuPont tiene una participación de 23%, para orientar lo que podría considerarse la primera re-ingeniería a gran escala de una empresa. Alfred Sloan, que dirige ese proceso, reconocerá después la utilidad del modelo para apoyar ese esfuerzo.



F Donaldson Brown

El primer modelo DuPont del rendimiento se refiere al rendimiento del activo, con los dos componentes:

$$\text{ROI} = \frac{G_{\text{Ord}}}{\text{Activo}} = \frac{G_{\text{Ord}}}{\text{Ventas}} \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}}$$

Para considerar el efecto de los cambios en el financiamiento el modelo después se amplía como rendimiento de los accionistas (return on equity, ROE), en una versión de tres componentes que se utiliza durante muchos años:

$$\text{ROE} = \frac{G_{\text{Ord}}}{\text{Patrimonio Neto}} = \frac{G_{\text{Ord}}}{\text{Ventas}} \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}} \frac{\text{Activo}}{\text{PN}}$$

El componente 'margen sobre ventas', calculado con la ganancia ordinaria (o ganancia 'neta'), puede ser difícil de interpretar. En 1990 Thomas Selling y Clyde Stickney (*Disaggregating the rate of return on common shareholders' equity: A new approach*, publicado por Accounting Horizons) plantean una definición con cuatro componentes (dos que muestran el rendimiento de la inversión y dos relacionados con la forma de financiamiento):

$$\text{ROE} = \frac{G_{\text{Operativa}}}{\text{Ventas}} \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo}} \left( 1 + \frac{\text{Pasivo}}{\text{PN}} \right) \left( 1 - \frac{\text{Intereses}}{G_{\text{Operativa}}} \right)$$

Pese a su forma originariamente simplificada (o, tal vez, por eso mismo) el modelo de Brown denominado DuPont, aunque su primera utilización no fue en la compañía DuPont, tiene una amplia difusión entre los analistas. Permite evaluar el efecto de las políticas de la empresa en el margen y en la rotación (la intensidad de uso de los recursos invertidos), terminología que se extiende al análisis de las estrategias de margen y de rotación en los negocios.

Desde 1921 Donaldson Brown trabaja como tesorero de General Motors; forma parte de la dirección hasta que se retira de tareas ejecutivas en 1946, y continúa en el directorio hasta 1959.

1919

## 'Charles' Ponzi y sus versiones del esquema piramidal

En agosto de 1919, mientras trabaja en una oficina en Boston, Carlo 'Charles' Ponzi (1882–1949) descubre el mecanismo con el cual él y los inversores podían hacerse ricos. En ese momento advierte que el precio de los cupones para respuestas postales prepagadas depende de la situación económica de cada país. Se pueden comprar cupones, digamos, por un centavo en España, y canjearse por estampillas en Estados Unidos con un valor de seis centavos.

También descubre que esta operación no se puede hacer en gran escala, como para que sea un medio de inversión. Pero no considera que eso sea tan importante: basta que la gente crea que ése puede ser el origen de una gran renta.



**Ponzi en su oficina**

inversores para pagar a los anteriores, a medida que transcurren los plazos.

Exactamente siete meses después, el 26 de julio de 1920, la firma de Ponzi colapsa, al ser inspeccionada unos días antes por las autoridades. The Boston Post cuestiona en primera plana la legitimidad del esquema de Ponzi.

Se atienden los pagos de los inversores que acuden, y esto restaura la confianza, por unos días. El 10 de agosto las pericias determinan que está en quiebra, y dos días después es arrestado. En ese plazo recibió alrededor de \$ 15 millones (unos \$ 140 millones a valores de hoy) con los que hubiera podido comprar 180 millones de cupones postales (el fundamento declarado del negocio). Ponzi sabía que era imposible comprar esa cantidad y, por supuesto, ni lo intentó.

Cuando sale de la cárcel en 1924 forma otra compañía de inversión, en Florida, utilizando el nombre de Charles Borelli. El fundamento de la renta, en este caso, es la compra y di-



**'The Great Ponzi'**

El 26 de diciembre de 1919 registra su negocio de inversión como The Security Exchange Company. Promete un 50% de interés en noventa días; dice que es capaz de hacerlo en cuarenta y cinco días, y que en noventa se puede duplicar el dinero invertido.

Al poco tiempo, miles de personas compran las letras de Ponzi, y recibe un millón de dólares por día. Abre oficinas en otros estados de New England, con lo que el flujo de inversiones aumenta.

Como las inversiones no se podían multiplicar del modo en que Ponzi explicaba, utiliza el dinero de los nuevos





**Carlo Ponzi**

visión de terrenos. Promete que una inversión de \$ 10 se puede convertir en dos años en \$ 5,3 millones.

Recibe una sentencia por fraude; pide ser deportado a Italia, pero se le requiere que antes cumpla su condena pendiente en Boston. Finalmente, Ponzi es enviado a su país natal en 1934. Por sus conocimientos de inglés, Mussolini le ofrece un cargo directivo en la nueva aerolínea estatal, que quiebra durante la Segunda Guerra Mundial. Se establece en Brasil, y a su muerte deja un manuscrito inconcluso: *The Fall of Mister Ponzi*.

Si bien Ponzi no inventa el esquema piramidal, se suele utilizar su nombre para describir este tipo de fraude financiero. Tal vez es su formato simple el que lo hace tan efectivo: apela a la codicia razonada, con algún fundamento aparentemente creíble de la elevada renta que se promete.

Por eso al comienzo estas personas pueden ser muy populares, y tienen admiradores que los defienden, por efecto de la propensión a evitar la disonancia cognitiva.

1919

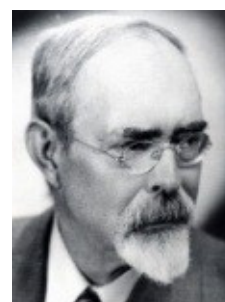
## ***The Financial Policy of Corporations*, de Arthur S. Dewing**

Arthur S. Dewing (1880–1971) publica en 1919 *The Financial Policy of Corporations*, que es el principal libro de texto para el estudio de las finanzas de empresas hasta los años 1950.

La primera publicación coincide con su regreso a la enseñanza en Harvard University, donde se había doctorado en 1905, y que dejara en 1912 para dedicarse a los negocios. Permanece allí hasta 1933, año en que retorna al mundo de los negocios. Durante ese período ayuda a fundar la Harvard Business School, y también a desarrollar el método de casos para el estudio de la administración.

Parecería que Dewing inicialmente no considera ese libro suficientemente completo como texto de estudio, y en 1922 publica *Corporation Finance. A Textbook for Colleges and Schools of Business Administration*. Aquí ya se advierte la tendencia a aumentar sucesivamente la amplitud del tratamiento: el libro de 1919 tiene 316 páginas y el de 1922 ya tiene 457 páginas.

La tercera edición de *Financial Policy of Corporations*, en 1934, muestra la estructura que caracteriza a las posteriores. Se divide en cinco partes (‘volúmenes’), que se ocupan sucesivamente de los títulos de la empresa, la formación de empresas, la administración del ingreso, la expansión, y el fracaso y la reorganización. Para esta fecha el libro ya tiene 1.309 páginas.



**Arthur Dewing**

### **Otros libros de estudio**

Un libro de estudio de finanzas de empresas también bastante difundido a partir de los años 1920 es el de Charles W. Gerstenberg (1882–1948), *Financial Organization and Management of Business*, publicado por Prentice-Hall en 1924. Las ediciones sucesivas se realizan en 1939, 1951 y 1959 (la cuarta y última).

En 1940 Prentice-Hall publica el libro de Harry G. Guthmann y Herbert E. Dougall, *Corporate Financial Policy*. La primera edición tiene 795 páginas. Se hacen nuevas ediciones en 1948, 1955 y 1962.

Las últimas dos ediciones, en 1941 y 1953, siguen creciendo en tamaño, y se publican en dos tomos.

Dewing es un estudioso de las condiciones del financiamiento de las empresas, especialmente de las empresas grandes, y de las enseñanzas que pueden extraerse de los fracasos. En la última versión de su estudio acerca de las reorganizaciones de empresas, *Corporate Promotions and Reorganizations* (1969) señala “Este libro es un estudio de la política financiera de ciertas corporaciones que, en un momento u otro, se han enfrentado con la necesidad de realizar una reorganización de su capitalización. El estudiante de la ciencia médica a menudo queda impresionado por la luz que el estudio de lo anormal e irregular arroja sobre los procesos normales y naturales de la vida. Uno puede esperar que un análisis de las instancias patológicas de las empresas industria-

les pueda ser igualmente instructivo con respecto al funcionamiento normal de una corporación saludable y exitosa.”

El modo de interpretar el precio de las acciones para el inversor según la posición de la empresa se manifiesta en la siguiente afirmación (en el libro de Dewing de 1934, *A Study of Corporation Securities, Their Nature and Uses in Finance*): “Cuando la acción de una corporación cotiza por debajo de \$ 10 está implícita la sugerencia de que el crédito de esa empresa es bajo; cuando el precio está por encima de \$ 200 hay reticencia de los inversores a comprar la acción. La opinión del autor de este libro es que un precio entre \$ 30 y \$ 60 por acción reúne las mejores condiciones. Por debajo de \$ 30 hay una implicación no articulada de dificultades en el crédito; por encima de \$ 60 está la desventaja de que por ese precio se procure aumentar la amplitud del mercado y diversificar la tenencia de acciones.”

Como referencia de valores, el precio de venta de la voluminosa tercera edición de *Financial Policy of Corporations* (con 1.300 páginas), también en 1934, es \$ 10.

El enfoque de Dewing para el estudio de las finanzas de empresas está fundamentalmente centrado en las instituciones y los instrumentos financieros, con la perspectiva del financiador externo. Esto comienza a ser criticado en los años 1940. Otro profesor de Harvard, Pearson Hunt, al comentar la cuarta edición (1941) produce una expresión que se repetirá mucho: las finanzas de empresas deberían enfocarse “desde adentro mirando hacia afuera, en vez de desde afuera mirando hacia adentro”.

Al considerar detalladamente las instituciones y los instrumentos, los textos tienden a complicarse a medida que se desarrollan los mercados y las formas de financiamiento. En 1950 se dice: “Muchos de nuestros cursos y textos actuales han llegado a ser demasiado complejos, demasiado enciclopédicos, demasiado exigentes de la memoria a expensas del intelecto. Hemos dado demasiada importancia al papel que desempeña el gigante de los negocios, y en sus complejidades hemos ido demasiado lejos, mucho más allá de la capacidad del estudiante para comprender las decisiones financieras básicas necesarias para una organización.”

Dewing fue también un coleccionista de monedas; específicamente, monedas griegas antiguas. Desde fines de los años 1920 comienza a acumular una colección que llega, en los años 1960, a las tres mil piezas. En su momento fue considerada por *The Numismatist* como una de las más destacadas en manos de un coleccionista privado. Tal vez la propensión de coleccionista es la que lo impulsaba a ampliar cada vez más los detalles de los medios financieros con los cuales las empresas se forman, se capitalizan, y se reorganizan.

**1920**  
**1978 1981 1988**

## El valor razonable de una empresa y las normas para la tasación

En 1920, con la prohibición de fabricar y vender bebidas alcohólicas en Estados Unidos, las empresas del sector (destilerías y cervecerías) pierden buena parte del valor por el ‘intangible’ del negocio. Hasta ese momento las valuaciones para transferencias de empresas se realizaban básicamente ‘a ojo’, en función de transacciones anteriores, y del estándar de vida y posición en la comunidad que tenía el vendedor (como indicadores para estimar la rentabilidad del negocio); el precio, finalmente, resultaba de la astucia para realizar la negociación.

El recaudador de impuestos está interesado en validar la razonabilidad del precio de la transferencia que se declara para tributación. Al producirse un corte por esos cambios legales, dejan de tenerse magnitudes de referencia de esta razonabilidad. El Departamento del

Tesoro de Estados Unidos dicta el Appeals and Review Memorando Number 34, ARM 34, con fórmulas para calcular el valor de la llave (goodwill) de los negocios, con fines impositivos (ventas y donaciones).

Es la primera expresión del denominado método de la ganancia en exceso (excess earnings method) como base para determinar el valor razonable de una empresa (fair market value). En esa época también se lo conocía como Treasury method (por referencia a la regulación del Tesoro que lo establecía).

Se encuentra actualmente en vigencia, con adaptaciones que introduce el ente recaudador (IRS) en 1968.

Es, también, la primera norma de tasación de negocios (business appraisal). La profesión de valuador (appraiser) se estructura con organizaciones profesionales en 1978 (Institute of Business Appraisers) y en los años 1980 (Appraisal Foundation, American Society of Appraisers).

En 1988 se dicta el primer conjunto de normas profesionales, Uniform Standards of Professional Appraisal Practice (USPAP).

### Fair market value

El valor de mercado razonable (justo o equitativo) de una empresa de propiedad cerrada (private, o closely held, firm) es el precio al cual la propiedad puede cambiar de manos entre un comprador dispuesto a comprar y un vendedor dispuesto a vender, cuando el primero no está bajo ninguna compulsión para comprar ni el segundo para vender, y ambas partes tienen un conocimiento razonable de los hechos relevantes. (IRS Revenue Ruling 59–60)

En esta definición hay tres características importantes

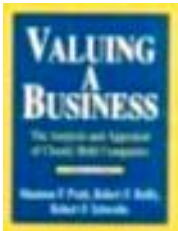
- 1) La noción de una transacción hipotética para establecer un valor de cambio.
- 2) La disposición (en el sentido de estar dispuesto) de comprador y vendedor (willing buyer y willing seller).
- 3) Las partes de la transacción están razonablemente informadas acerca de los hechos relevantes de la empresa y el sector.



**1920**

**1978 1981 1988**

En 1981 Shannon Pratt publica *Valuing a Business: The Analysis and Appraisal of Closely-held Companies* (Dow Jones-Irwin), un texto clásico de valuación de negocios con la perspectiva del tasador (appraiser).



Desde la tercera edición, en 1996, el manual es escrito por Shannon P. Pratt, Robert F. Reilly y Robert P. Schweih.



**Shannon Pratt**

1921

## Probabilidades en economía: Riesgo, incertidumbre y ganancia

Frank H. Knight (1885–1972) interviene en la discusión acerca del significado y papel de las probabilidades en economía, que ocupa también a Keynes y otros en los años de 1910 y 1920. Su libro *Risk, Uncertainty and Profit* (1921) sigue siendo, aún hoy, una interesante lectura de economía, quizá porque está escrito con el estilo literario de Alfred Marshall.

La distinción de Knight de riesgo (situaciones aleatorias con probabilidades que pueden conocerse) e incertidumbre (aquellas situaciones en las que no puede conocerse la distribución de probabilidades) se plantea como base de una teoría de la empresa y de la ganancia empresarial. Sin embargo, ha quedado identificada como un modo de encuadrar los tratamientos formales de las situaciones de decisión económica.

Keynes (*Treatise on probability*, 1922) expone una teoría lógica de la probabilidad: la probabilidad es una relación entre proposiciones, análoga a la relación de consecuencia lógica, pero más débil. Esta relación es la que justifica una creencia parcial en algo, ya que la probabilidad tiene que ver con niveles de creencia.

Knight coincide en este punto: “La acción derivada de una opinión depende tanto de la cantidad de confianza en aquella opinión como de la condición favorable de la opinión misma”. Su intento es conciliar esos niveles de creencia con la expresión de la probabilidad en función de una clasificación por semejanza: si bien todos los acontecimientos son, en algún sentido, únicos, el nivel de creencia se basa en la razonabilidad de ciertos parecidos: “En el universo de la experiencia nada es absolutamente único, como tampoco dos cosas son absolutamente iguales. Por consiguiente, siempre es posible formar dos clases si no hay límites para que sea aceptada una interpretación bastante flexible de la semejanza.”

La probabilidad nada dice de acontecimientos únicos. La probabilidad de clase es la que funda el conocimiento aplicable en situaciones de riesgo: es conocimiento incompleto que, para la acción, puede ser suficiente cuando se considera que repetidamente se enfrentarán situaciones similares (que son únicas pero pertenecientes a esa clase). Cuando el grado de creencia en un acontecimiento que realmente no se repetirá se expresa como probabilidad (por ejemplo, probabilidad de que un nuevo producto tenga éxito) se está utilizando una metáfora numérica.

Knight busca examinar la relación entre el conocimiento del emprendedor y los cambios en la economía. Por eso introduce la distinción entre riesgo e incertidumbre. Esta última es consecuencia de cambios impredecibles en la economía (cambios en las preferencias, los recursos, el conocimiento) y que, por eso, no pueden asegurarse. El empresario debe enfrentar la incertidumbre (“uno de los hechos fundamentales de la vida”), como una condición necesaria pero no suficiente de la ganancia que busca.

De este modo responde a la inquietud en esa época (la competencia podría reducir a cero la ganancia). Aún en equilibrio, plantea Knight, algunos empresarios obtienen ganancias, como resultado de la incertidumbre. Esta ganancia es una cuestión de suerte. Los empresa-



Frank Knight

rios que han tenido suerte en un negocio o en un determinado lapso no necesariamente podrán mantener su éxito, ya que la suerte puede cambiar. La economía se desarrolla por este movimiento entre las nuevas actividades empresarias y los negocios existentes que procuran protegerse de la incertidumbre mejorando su organización interna.

Frank Knight es un economista comparable a Joseph Schumpeter por su enfoque de la economía. Profesor en la Universidad de Chicago, influyó en economistas tan diversos como Milton Friedman, George Stigler, Paul Samuelson y James Buchanan.

## **El índice semanal de valor de las acciones calculado por Standard Statistics Corp.**

Una de las bases históricas de lo que ahora es el índice Standard and Poor's 500 es el índice de valor calculado en 1923 por Standard Statistics (la agencia de calificación que después se fusionaría con Poor's Publishing para formar Standard and Poor's).

El índice se calcula con base semanal, con datos desde 1918, para 233 acciones de 26 sectores, que se ponderan según el valor de la capitalización bursátil (a diferencia del índice Dow Jones, que promedia precios).

Unos años después, en 1928, comienza a publicarse un índice diario, según el valor de 90 acciones (50 de empresas industriales, 20 de ferrocarriles y 20 de empresas de servicios públicos).

El índice Standard & Poor's 500 se publica por primera vez en 1957.

## **El primer fondo común de inversión (mutual fund) en Estados Unidos**

En 1924 se forma el primer fondo de inversión con las características modernas de los fondos comunes, o mutuos (mutual fund), Massachusetts Investors Trust.

Antes, en 1893, se había creado un fondo para profesores y empleados de Harvard University, pero no era un fondo para el público inversor, como los que funcionaban en Inglaterra y Escocia desde 1868.

En un año el Massachusetts Investors Trust multiplica por ocho su capital inicial de 50.000 dólares, reuniendo alrededor de 200 inversores.

Las actividades de inversión y la información de las tenencias de los fondos fueron reguladas en 1940 (Investment Company Act).

Los fondos comunes de inversión son el vehículo financiero más utilizado en Estados Unidos, ya que facilitan la diversificación que requieren los inversores de montos relativamente pequeños. Actualmente, más de 10.000 fondos, con 90 millones de inversores, manejan un capital de 7 billones de dólares [un billón es un millón de millones].

1926  
 1937 1954

## La primera teoría de la elección con incertidumbre subjetiva

El ensayo *Truth and Probability* que Frank Ramsey (1903–1930) escribe en 1926 es la primera teoría operativa de la acción que une la utilidad con el nivel de creencia (que después se denominará ‘probabilidad subjetiva’).

En oposición a la noción lógica de probabilidad de Keynes (*Treatise on Probability*) Ramsey considera que la probabilidad no expresa un nivel de creencia lógico, racional o necesario, sino más bien un nivel subjetivo de creencia que se interpreta como operativamente significativo según los deseos o el comportamiento posible.

Frank Ramsey, filósofo de Cambridge, en su juventud colaboró en la traducción y comentó el *Tractatus Logico-Philosophicus* de Ludwig Wittgenstein. Desarrolla un modelo económico de crecimiento óptimo aplicando el cálculo de variaciones (*A mathematical theory of saving*). Muere en 1930, como consecuencia de una ictericia, poco antes de cumplir 27 años.



Frank Ramsey

Bruno de Finetti (1906–1985) desarrolla de modo extenso el enfoque subjetivo en un artículo de 1937 (*La prévision: Ses lois logiques, ses sources subjectives*). Considera que el nivel de creencia de una persona se evalúa examinando la conducta preferida que manifiesta. Con la hipótesis de que una serie de apuestas ha de ser internamente coherentes (un jugador astuto no puede ganar sin considerar qué acontecimiento incierto ocurre) demuestra que los niveles de creencia de una persona tienen que satisfacer las leyes usuales de las probabilidades.



Bruno de Finetti

Con referencia a este artículo, De Finetti después escribirá: “Esta formulación resultaría mejor, como es la de Ramsey, considerando utilidades esperadas. No supe del trabajo de Ramsey hasta 1937, pero sabía de las dificultades de las apuestas monetarias. Procuré evitar esas dificultades considerando apuestas suficientemente pequeñas, en vez de construir una teoría compleja para tratarlas.”



L.J. Savage

Leonard J. Savage (1917–1971) [Leonard James, aunque utilizaba ‘Leonard’ sólo para las publicaciones, y lo llamaban ‘Jimmie Savage’] será el mayor difusor de la noción de probabilidad subjetiva (otro nombre para el ‘nivel de creencia’ de Ramsey y De Finetti) en los años 1950.

En Edimburgo, en su intervención en el International Congress of Mathematicians de 1958, señala: “Una teoría subjetiva de la probabilidad formulada por Ramsey y después más extensamente por De Finetti ofrece grandes ventajas para la estadística. Al contrario de lo que la palabra ‘subjetivo’ parece connotar para algunos, la teoría no es miste-



riosa ni particularmente no operacional. Permite un análisis consistente, operable y unificado de todos los problemas de interpretación de la teoría de probabilidades. Unifica el tratamiento de las incertidumbres, midiéndolas como probabilidades, y enfatizando que dependen no sólo de pautas de información sino de las opiniones de los individuos. Considero que esta teoría proporciona el mejor marco para entender los aspectos tanto objetivos como subjetivos de la estadística de un modo que hasta ahora no teníamos.”

El enfoque de Savage de la probabilidad subjetiva, tal como se plantea en su libro de 1954 *The Foundations of Statistics*, hace casi irrelevante la distinción de Frank Knight entre ‘riesgo’ e ‘incertidumbre’ [ficha 1921]. Los axiomas de comportamiento de Savage saltan la ‘racionalidad’ de la formación de las probabilidades subjetivas que son ‘correctas’ en comparación con el comportamiento estocástico del sistema a que se refieren (la probabilidad ‘objetiva’).

A su turno, la noción de ‘expectativas racionales’ derivada del estudio de John Muth [ficha 1965] debilita esta ‘solución subjetivista’, ya que se enfoca en la especificación del modelo (que era el problema que preocupaba a Knight), y restringe fuertemente la formación de las probabilidades subjetivas.

**1931**  
**1938 1958**

## **Origen de la expresión ‘investment grade’ para referirse a los bonos ‘de calidad alta’**

Una característica importante de los mercados de bonos es la distinción entre títulos cuya calificación implica que tienen ‘grado de inversión’, o son ‘grado alto’ (investment grade, o high grade) y aquellos que por su calificación implica que son de ‘grado especulativo’, o de alto rendimiento (speculative grade, o high yield).

La expresión ‘investment grade’ (título con ‘grado de inversión’, o ‘apto para inversión’) tiene un origen regulatorio, no en las agencias de calificación. Pero las convenciones de los participantes del mercado han difundido la expresión para usos más allá de los de regulación. Con ella se evoca la prudencia en la administración de una cartera de inversiones, y en muchos casos se aplica como regla de inversión aunque no existan regulaciones en sentido estricto: algunos fondos de inversión en bonos se definen por su orientación a formar su cartera sólo con bonos ‘investment grade’.

Cuando comienza a calificar bonos en 1909, John Moody utiliza 14 categorías (Aaa, Aa, A, Baa, Ba, B, Caa, Ca, C, Daa, Da, D, y E). Explica que los bonos con Aaa, Aa y A son ‘de primer grado’, o de ‘grado alto’ (high grade), los bonos Baa y Ba son ‘de segundo grado’, y los B o menores son de ‘bajo grado’ (low grade).

El primer uso de la calificación con fines regulatorios es en 1931. US Comptroller of the Currency establece una regla para todos los bancos miembros de la Reserva Federal: los bonos con calificaciones Baa o BBB, o más altas, pueden ser registrados al costo, mientras que los que tienen calificaciones más bajas deben valuarse al precio de mercado.

En 1938, en un acuerdo conjunto de todos los organismos relacionados con la moneda y el sistema financiero, se definen cuatro grupos de títulos: los grupos I a IV. El grupo I son los bonos cuya característica ‘no es predominantemente especulativa’; el grupo II son los bonos con calificación menor que las cuatro categorías, y los bonos no calificados; el grupo III son los títulos en situación de incumplimiento; y el grupo IV son las acciones.

En los años 1930 se generaliza el uso de la expresión ‘investment grade’ para referirse a los títulos de muy alta calidad, tanto por parte del sistema financiero como por la asociación de las compañías de seguros.

En una parte de su completo estudio del mercado de bonos, W. Braddock Hickman agrupa los bonos según su calificación en ‘investment grade’ (las cuatro primeras categorías) y ‘speculative grade’. Al analizar el período 1908-1943 observa que las emisiones de bonos con menor calificación se han ido reduciendo en términos relativos, en especial después de la introducción de las normas de regulación en los años 1930.

Hickman analiza detalladamente los incumplimientos hasta el vencimiento, y observa que sólo en los bonos emitidos en el período 1900-1919 (cuyos vencimientos se produjeron hasta 1931) hay una diferencia clara en el incumplimiento entre las primeras cuatro categorías y las restantes.

Si bien el otro período considerado (1919-1943) comprende la Gran Depresión y los primeros años de la Segunda Guerra Mundial, esto puede hacer pensar (y de hecho varios así lo interpretaron) que la distinción entre bonos de bajo riesgo (high grade) y bonos de alto rendimiento (high yield) no implica una diferencia significativa de riesgo de incumplimiento.

El uso de la calificación con fines regulatorios, entonces, tiene dos consecuencias para las empresas cuyos bonos reciben una calificación baja: les resulta difícil financiarse en el mercado de bonos (porque hay pocos interesados en títulos de grado especulativo) y enfrentan un costo de los fondos mayor que el que correspondería por el riesgo que realmente enfrenta el prestamista. Durante los años 1970 algunas transformaciones importantes en el mercado de bonos tuvieron su origen justamente en los cambios institucionales, y en esta forma de interpretar las características rendimiento-riesgo de los bonos de menor calidad según la calificación [ficha 1977-1989].



W.Braddock Hickman

Walter Braddock Hickman (1911–1970) conduce en los años 1950 un proyecto de investigación de bonos de empresas del National Bureau of Economic Research (NBER), del que resultan cuatro publicaciones: dos preliminares a principios de los años 1950, y dos finales: *Corporate Bond Quality and Investor Experience*, publicado en 1958, que es un estudio detallado del riesgo crediticio del mercado de bonos, y *Statistical Measures of Corporate Bond Financing since 1900*, publicado en 1960.

Desde 1963 hasta su muerte en 1970 es presidente del Banco de la Reserva Federal de Cleveland.

1933

## Mediciones para entender los mercados financieros: Alfred Cowles y la Econometric Society

En 1930 Alfred Cowles (1891–1984) funda la Econometric Society y su publicación más conocida, *Econometrica*. Este acaudalado hombre de negocios de Colorado busca subsanar lo que había quedado evidente: la incapacidad de los estudiosos de la economía para prever la crisis económica de 1929. En 1932 funda la Cowles Commission for Economic Research (con el lema *Science is measurement*), que en 1938 se transfiere a la Universidad de Chicago.

La experiencia personal de Cowles con las técnicas utilizadas para predecir el mercado de acciones fue frustrante, y creía que la investigación de los expertos produciría un método mejor. Los economistas y matemáticos de la Cowles Foundation procurarán la formulación y aplicación de técnicas cuantitativas al análisis y la predicción económica.

En 1933 realiza un estudio empírico de las predicciones de compañías de seguros, que se publica en *Econometrica*: *Can stock market forecaster forecast?* Ahí proporciona una demostración empírica del camino aleatorio en el movimiento del precio de las acciones, por lo que puede considerarse el comienzo de la ‘hipótesis del mercado eficiente’.



Alfred Cowles



Cowles Commission for Economic Research

Su respuesta a la pregunta de si se puede pronosticar el mercado de acciones es que “Es dudoso”. Pero también considera que siempre habrá demanda por predicciones del mercado, ya que la gente necesita creer que alguien puede prever el futuro.

La necesidad de datos mensurables lleva a Cowles a crear, en 1938, un índice de precios de acciones. Este índice es una de las bases del actual Standard & Poor's 500 [ficha 1957].

1934

## Análisis financiero fundamental: Benjamin Graham y David Dodd

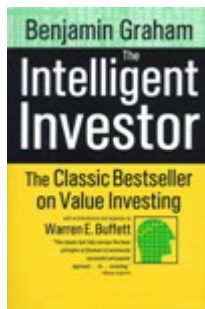
Benjamin Graham (1894–1976), socio de una firma de inversiones, queda en la ruina en 1929. Trabaja a tiempo parcial en Columbia University, y en 1934 publica el libro *Security Analysis. Principles and Techniques*, con David L. Dodd (1895–1988) (McGraw-Hill Book Company).

Allí explican los principios de la ‘inversión orientada por el valor’: la utilización de los fundamentos de la empresa para la evaluación de sus títulos.

Este enfoque se amplía en 1937 con *The Interpretation of Financial Statements* (escrito con Spencer Meredith y publicado por Harper and Brothers).

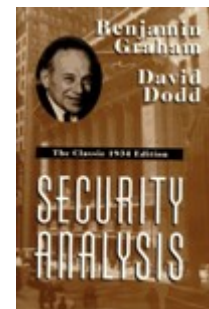


Benjamin Graham



Y en 1949 Graham publica, también en Harper (que ahora es Harper & Row) una guía detallada y sistemática para el inversor, *The Intelligent Investor: A Book of Practical Counsel*.

Benjamin Graham continúa perfilando sus consejos, actualizados según se desarrollan los mercados financieros y los conceptos de la teoría de la inversión financiera. En 1973, a los 79 años, el ‘decano de Wall Street’ publica la cuarta edición revisada de *The Intelligent Investor*.



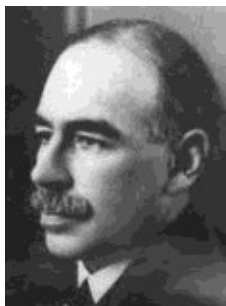
1936

## Lord Keynes y la decisión de inversión de la empresa y del inversor financiero

*The General Theory of Employment, Interest and Money* (1936) de John Maynard Keynes (1883–1946) es una de las bases de la teoría macroeconómica moderna. En el capítulo 12 hace un encuadre conceptual de las relaciones entre la inversión de la empresa y la inversión financiera. La inversión de la empresa está regida por la expectativa de rendimientos probables de los bienes por el tiempo que duran (el rendimiento de la inversión como eficiencia marginal del capital). La especulación es la actividad de prever la ‘psicología del mercado’ (que denomina ‘psicología de masas’).

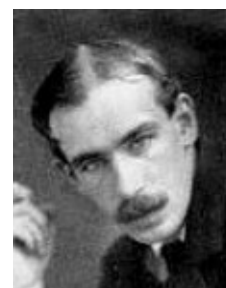
Keynes mismo se dedicaba a especular en mercados de títulos y de otra índole. Tal vez por eso remarca la importancia de las convenciones acerca del significado de los precios de los títulos. El inversor financiero basa sus decisiones en expectativas de corto plazo acerca del mercado.

“Estamos suponiendo que la valuación existente en el mercado, independientemente de cómo se ha llegado a ella, es correcta según nuestro conocimiento. Y que sólo cambiará según las variaciones en ese conocimiento (...) Un inversionista puede legítimamente animarse con la idea de que el único riesgo que corre es el de un cambio en las condiciones del futuro inmediato. (...) No necesita perder el sueño por el simple hecho de no tener idea de lo que podrá valer la inversión diez años después, (...) si puede confiar en que tendrá oportunidad para revisar sus conclusiones y modificar la inversión antes de que haya tiempo suficiente para que ocurran grandes alteraciones.” De este modo, las inversiones que son ‘fijas’ para la comunidad se vuelven ‘líquidas’ para el individuo.



John M. Keynes

Espíritu de empresa y especulación son las dos manifestaciones de las conductas de inversión. De ahí la afirmación: “Los especuladores pueden no hacer daño cuando sólo son burbujas en una corriente firme de espíritu de empresa; pero la situación es seria cuando la empresa se convierte en una burbuja dentro de una vorágine de especulación. Cuando el desarrollo del capital en un país se convierte en subproducto de las actividades propias de un casino, es probable que aquel se realice mal.”



John M. Keynes

**1936**  
 1956 1976

## Tasa interna de rentabilidad, TIR (Internal Rate of Return, IRR)

El concepto de eficiencia marginal del capital que plantea John M. Keynes en su teoría de la inversión tiene la expresión que se utiliza actualmente (internal rate of return, o tasa interna de rentabilidad) en un artículo de Kenneth E. Boulding (1910–1993) publicado en *Economica* en 1936: *Time and investment*. Ahí se refiere a la tasa interna de rentabilidad sobre el costo de inversión (internal rate of return over cost).

La expresión no debe confundirse con la tasa de rentabilidad sobre costo de Irving Fisher: este concepto, en *The Theory of Interest* (1930), se refiere a un rendimiento diferencial. No es la tasa de rentabilidad de una inversión, sino que existe al considerar la diferencia entre dos proyectos de inversión.

El mismo Keynes se confundió, y en *The General Theory of Employment, Interest and Money* (1936) señala que la eficiencia marginal del capital que plantea es la misma noción que la tasa marginal de rendimiento sobre costo de Fisher. (“El profesor Fisher utiliza su ‘tasa de rendimiento sobre costo’ en el mismo sentido y precisamente para el mismo propósito que yo utilizo la ‘eficiencia marginal del capital’”).



**Armen Alchian**

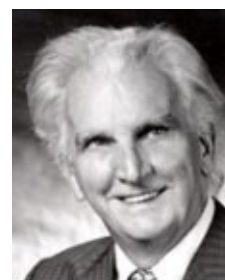


**Ezra Solomon**

En un ensayo de 1955 (*The rate of interest, Fisher’s rate of return over cost and Keynes’ internal rate of return*, *American Economic Review*) Armen Alchian (1914– ) dilucida este error de Keynes, y señala también que la confusión se ha extendido a otros economistas. No obstante, “en lo que hace a la Teoría General el error es totalmente inocuo. Keynes buscaba una proposición acerca de la pendiente de la función de inversión agregada. Ya sea que uno utilice la tasa interna de rentabilidad o la tasa de Fisher de rendimiento sobre costo para ordenar las alternativas de inversión de acuerdo con la riqueza actual neta, tasas de interés de mercado más bajas implican tasas de inversión más altas.”

El carácter ‘interno’ de la tasa de rentabilidad evoca el supuesto de reinversión, que fue explicitado por Ezra Solomon (1920–2002) en *The arithmetic of capital budgeting decisions* (*Journal of Business*, 1956) al considerar el posible conflicto del ordenamiento de inversiones según la tasa interna de rentabilidad y el valor actual neto. Solomon sugiere utilizar la tasa de interés como tasa estimada de reinversión.

En 1957, Ed Ranshaw, en *A note on the arithmetic of capital budgeting decisions* (*Journal of Business*) se refiere a las posibles tasas ‘externas’ de reinversión. Y en 1976 Steven Lin plantea la ‘tasa interna de rentabilidad modificada’ en la forma más difundida actualmente (*The modified internal rate of return and investment criterion*, publicado por *The Engineering Economist*).



**Kenneth Boulding**

1937

## Samuelson: La utilidad del consumo en el tiempo es la suma del valor actual de la utilidad del flujo de consumo

Uno de los primeros desarrollos teóricos de Paul A. Samuelson (1915– , Premio Nobel de economía 1970) es su aporte a la elección intertemporal: el modelo de utilidad actualizada (en el artículo *A note on measurement of utility*, publicado por *Review of Economic Studies* en 1937).

Este modelo es una formalización de dos de las causas que, según Eugene Böhm-Bawerk (1851–1914), explican la diferencia temporal en el valor [ficha 1906]. La primera causa (las variaciones en la utilidad marginal que surgen de diferencias en el nivel de consumo en diferentes momentos) queda reflejada en la función de utilidad del individuo. Y la segunda causa, que lleva a una tendencia sistemática a subvaluar los deseos futuros y los medios con que se pueden satisfacer, se refleja en la función de actualización, que es independiente de los planes de consumo.



Paul Samuelson

El argumento de Böhm-Bawerk para esto último es: “Estamos menos preocupados acerca de las sensaciones futuras simplemente porque están en el futuro, y la preocupación disminuye cuanto más remoto sea el futuro. En consecuencia, asignamos a los bienes con los que se servirán fines futuros un valor menor que la verdadera intensidad de su utilidad marginal futura.” La psicología cognitiva implícita en este concepto es similar al fundamento de la ‘disponibilidad’ (availability) que plantean Amos Tversky y Daniel Kahnemann en 1973 (*Availability: A heuristic for judging frequency and probability*).

El factor de actualización resulta de la tasa pura de preferencia temporal, con lo cual se destaca que es invariante con respecto a la riqueza o el consumo inmediatos del individuo.

En su forma más simple el modelo de la utilidad actualizada establece que la secuencia de consumo ( $c_1, c_2, \dots, c_n$ ) se prefiere a la secuencia ( $d_1, d_2, \dots, d_n$ ) si y sólo si

$$\sum U(c_t) \delta^t > \sum U(d_t) \delta^t$$

donde  $U$  es un coeficiente a escala de la función de utilidad, con derivada primera positiva y derivada segunda negativa, y  $\delta^t$  es la función de actualización, con  $0 < \delta < 1$ .

Samuelson es muy cauteloso con el modelo, e insiste en los supuestos arbitrarios acerca de la conducta: que “en cada instante, la satisfacción del individuo depende sólo del consumo en ese momento” (es decir, que el consumo en un período no afecta las preferencias en otros períodos), y que “el individuo procura maximizar la suma de las satisfacciones instantáneas, reducidas a una base comparable mediante la actualización”.

Pese a esto, el modelo, simple y elegante, se convierte rápidamente en el marco para analizar las decisiones que tienen componentes temporales. Lo cual es comprensible, ya que es un fundamento para la aplicación del cálculo con valor actual a todo tipo de situaciones, y no sólo a las operaciones financieras, en que se originó y a las que es estrictamente aplicable.



**1938**

## La valuación de las acciones: John Burr Williams y el cálculo del valor intrínseco

Después de su graduación en 1923 John Burr Williams (1902–1989) trabaja como analista en una agencia de bolsa. De esta experiencia recordaría, años después: “La estimación del valor correcto de un título era un verdadero acertijo. La experiencia me enseñó que para ser un buen analista hay que ser un experto economista.”

En 1932 se inscribe en Harvard para obtener un doctorado en economía. Joseph Schumpeter le aconseja que, por su pasado profesional, Williams podría hacer un estudio del valor intrínseco de las acciones.

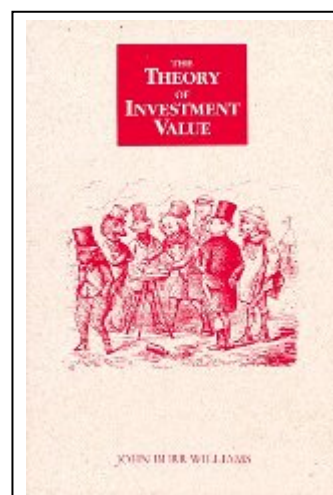
En 1937 completa este estudio, al que le pone como título *The Theory of Investment Value*. Harvard University Press lo publica en 1938, después de que el manuscrito es rechazado por las editoriales Macmillan y McGraw-Hill porque contenía demasiados ‘símbolos algebraicos’.

Williams plantea que el valor intrínseco de una acción es el valor actual de todos los dividendos futuros. Cuando el precio es mayor que el valor intrínseco la acción está sobrevalorada: ese precio “incluye no sólo los dividendos futuros, sino también el más allá del futuro”.

Hasta ese momento los mercados financieros eran considerados poco más que casinos; no eran mercados en sentido estricto, con funciones nítidas de asignación y distribución. Keynes, por ejemplo, considera que el precio de los títulos principalmente se establece por expectativas y contra-expectativas de ganancias de capital por parte de los inversores.

El libro de Williams puede considerarse la base de la teoría financiera moderna. Además, su noción de valor fundamental es compatible tanto con los fundamentos económicos de Fisher como con los enfoques prácticos de los analistas y asesores de inversiones (por ejemplo, Benjamin Graham).

Desarrolla extensamente los conceptos y las fórmulas de valuación, con diferentes comportamientos del negocio y políticas de la empresa, considerando el crecimiento y el endeudamiento. Al estilo de Fisher, explora los determinantes y las consecuencias de la tasa de interés y la inflación. Aplica sus fórmulas en varios extensos estudios de caso: tres casos ‘proyectados’ de empresas en diferentes sectores (General Motors, U.S.Steel y Phoenix Insurance) y tres casos de valuación ‘retrospectiva’ (que denomina, al uso en aquel momento, ‘post-mortems’).



1938  
 1952 1961

## Leverage: El endeudamiento y su efecto en el rendimiento de los accionistas

En los años 1930 la palabra ‘leverage’ se comienza a utilizar en Estados Unidos para referirse al endeudamiento (en vez de la más adecuada, ‘gearing’), y también para connotar el efecto del endeudamiento en el rendimiento de los propietarios de la empresa (mayor rendimiento posible, enfrentando un mayor riesgo).

John Burr Williams (1902–1989), en *The Theory of Investment Value*, de 1938, presenta la fórmula que relaciona el rendimiento del activo y el rendimiento del patrimonio:

$$c = l(a - b) + b$$

En su simbología,  $c$  es el rendimiento de las acciones,  $a$  es el rendimiento de los activos y  $b$  es la tasa de interés de los bonos (bond rate) y de las acciones preferidas. Como es usual en ese momento, denomina ‘leverage’  $l$  a la relación  $A/C$  (el coeficiente Activo a Patrimonio Neto). Mediante una simple sustitución esa fórmula es la expresión del coeficiente de endeudamiento que se comienza a utilizar más generalmente en los años 1940 ( $D/PN$ ). De este modo, el rendimiento del patrimonio (return on equity, ROE) y el rendimiento del activo (ROI, return on investment) se relacionan del modo especificado por John B. Williams:

$$\text{ROE} = \frac{G_{\text{Ord}}}{\text{Patrim Neto}} = \text{ROI} + (\text{ROI} - \text{Costo \% Pasivo}) \frac{\text{Deuda}}{\text{Patrim Neto}}$$

Esta fórmula es una descripción de componentes del rendimiento que, a diferencia del ‘modelo DuPont’, explicita el spread de rendimiento, la diferencia entre el rendimiento del activo y el costo del pasivo (en vez del coeficiente de cobertura de intereses).

Después la palabra ‘leverage’ fue aplicada principalmente para el efecto del endeudamiento en el rendimiento del patrimonio (o, visto en términos de valor, en el valor de las acciones), y el coeficiente  $D/PN$  se comienza a denominar directamente con su expresión: Debt to equity ratio.

En 1952 Eric Louis Kohler (1892–1976), en *A Dictionary for Accountants*, utiliza la expresión ‘trading on the equity’ para referirse “al aumento en el rendimiento que resulta de tomar fondos prestados a una baja tasa de interés, para emplearlos en una empresa que rinde una tasa más alta.” Procura así distinguir entre el uso de la palabra ‘leverage’ en las finanzas de empresas y el que realizan los analistas de inversiones.

Para la dirección de la empresa, la medida de ‘leverage’ permite evaluar la proporción de deuda y capital propio que es mejor en términos de rendimiento y riesgo para los propietarios. Por ejemplo, Harry Guthmann y Herbert Dougall, en *Corporate Financial Policy* (1955) comentan: “Se puede argüir, teóricamente, que el aumento de riesgo proveniente de la utilización de bonos y acciones preferidas debería compensar la ganancia adicional para los propietarios, y de esta forma impedir que las acciones ordinarias sean más atractivas que cuando generaban una rentabilidad más baja pero con menos acciones preferidas. En la práctica,



Eric L. Kohler

las ganancias extra provenientes del efecto leverage son consideradas por los inversores como más que suficientes para servir de premio por el riesgo, cuando las proporciones de los distintos títulos son balanceadas de modo juicioso.”

A diferencia de esto, los analistas de inversiones (por ejemplo, Graham y Dodd, en su difundido libro *Security Analysis*) consideran dada la proporción de deuda y capital propio, y estudian el efecto en el rendimiento de cambios en la ganancia antes de intereses.

James Walter, en un artículo de 1955 (*The use of borrowed funds*, publicado por *Journal of Business*) enfatiza esta distinción.

Y es Pearson Hunt (1908–2001) quien busca “revivir la expresión ‘trading on the equity’” en un artículo de 1961 (*A proposal for precise definitions of ‘trading on the equity’ and ‘leverage’*, publicado por *Journal of Finance*). Considera importante distinguir mediante denominaciones e indicadores diferentes los efectos del endeudamiento en el rendimiento: impacto del endeudamiento en el rendimiento (que describe como “el ‘leverage’ del balance”) y en la variabilidad de la ganancia para los propietarios (“el ‘leverage’ del estado de resultados”).



Pearson Hunt

En los años 1960 se utiliza la expresión ‘trading on the equity’ con el significado que plantea Kohler (y que Hunt define algebraicamente).

Sin embargo, después se tiende a volver al uso de la palabra ‘leverage’ para referirse tanto a la acción de financiar una empresa en parte con deuda como al efecto de esa deuda en el riesgo para los propietarios.

### ‘Trading on the equity’

Esta expresión es de difícil traducción directa al español (tiene el sentido de sacar provecho del posible endeudamiento que puede contratarse a partir de contar con capital propio), y por eso es recomendable el equivalente ‘ventaja financiera’.

Sin embargo, con esto no se refleja el matiz de que se obtiene ‘ventaja financiera’ porque se aprovecha el capital propio como base del endeudamiento. Este matiz destaca que la existencia de capital propio financiando un conjunto de activos permite acceder a otros medios de financiamiento de menor costo (lo cual aumenta el rendimiento para los propietarios).

En términos de financiamiento, las alternativas son que la empresa ‘trades on the equity’ (tome deuda a partir de su posición de capital propio, ‘negocie con el capital propio’), o que la empresa ‘increases the equity’ (se financie con capital propio, ‘aumente el capital propio’).

**1938**  
**1967**

## ¿Fractales en los mercados financieros?: El 'principio de la onda' de Elliott

Ralph Nelson Elliott (1871–1948) publica su libro *The Wave Principle* en la última década de su vida, en 1938. La teoría de Dow se basa en el comportamiento ondulatorio de los precios, pero lo que después se denominó el principio de 'onda de Elliott' (Elliott wave) es algo distinto: apunta a la naturaleza fractal del mercado de acciones. Es claro que en ese momento todavía no se utiliza este nombre para ese concepto.

Después de años de estudio, R.N. Elliott aprende a detectar los patrones recurrentes del mercado. Así se pueden analizar los mercados e identificar las características específicas de los patrones de onda. Con estos se realizan predicciones utilizando, además, los números según los números de Fibonacci. Para algunos esto es numerología; otros dicen apreciar allí "la belleza estética de la experiencia humana en lo abstracto".



**Ralph N. Elliott**

**Elliott Wave Charts by StockCharts.com**



### Los ‘números de Fibonacci’



Leonardo Fibonacci

Leonardo Fibonacci (c.1170–c.1240) es el matemático de Pisa que desarrolla una ley de sucesión que se conoce como la ‘secuencia de Fibonacci’, en la que cada término es la suma de los dos anteriores (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...). Si bien algunos la denominan ‘serie’, técnicamente es una ‘secuencia’, con propiedades matemáticas interesantes, aunque también puede verse como objeto recreativo, evocada por el problema que planteaba Fibonacci:

*¿Cuántos pares de conejos ubicados en un área cerrada pueden producirse en un año a partir de un par de conejos, si cada par produce el nacimiento de otro par cada mes, comenzando en el segundo mes?*

El coeficiente de dos números sucesivos de la secuencia converge a 1,618 (o 0,618), conocido como la ‘proporción de oro’ (golden ratio, o golden mean). Y es un factor en la espiral logarítmica (espiral dorada) que se reproduce en distintas formas naturales (y que fue estudiada por Descartes y Jacob Bernoulli). Un factor importante en esto es justamente el coeficiente  $\frac{\sqrt{5}+1}{2} = 1,618$   $\frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0,618$ .

El coeficiente 1,618 es la relación entre la diagonal y un lado de un pentágono regular, y es un número irracional (en el sentido de que las aproximaciones convergen lentamente).

Con bifurcaciones en la secuencia de Fibonacci, que generan otras secuencias, se forman redes que integran redes más grandes que son similares, lo que es una arquitectura fractal. Esta característica de estructuras autoreproducidas explica la importancia que ya se daba a la proporción dorada en las culturas antiguas.

El principio de onda de Elliott considera que las subas y bajas de los precios se producen según secuencias de Fibonacci, insertadas unas en otras en diferentes pautas temporales.

## Fractal



Benoit Mandelbrot

La idea de fractal existe matemáticamente desde 1875, y está presente en el modelo del movimiento browniano que formuló Norbert Wiener (1894–1964) en 1923.

Es Benoît Mandelbrot (1924– ) quien se refiere a la ‘dimensión fraccional’, o ‘fractal’, en su artículo *How long is the coast of Britain?*, publicado por Science en 1967. Este ensayo se basa en un estudio de Lewis Fry Richardson (1881–1953), publicado póstumamente, y en la curva de von Koch, cuya variante copo de nieve es la representación más difundida de la idea de fractal.

Niels Fabian Helge von Koch (1870–1924) es un matemático sueco que en 1904 define una curva que se forma partiendo de un segmento, el que se divide en tres partes iguales. La parte central se sustituye por dos segmentos del mismo tamaño que el eliminado. Sucesivamente se repite el mismo proceso por cada segmento resultante.

La longitud de esta curva es la sucesión: 1,  $4/3$ ,  $16/9$ ,  $64/27$ ,  $256/81$ ... Para  $k$  términos la longitud es  $L = (4/3)^k$ . La sucesión no converge hacia ningún valor, por lo que la longitud es infinita; esta propiedad también se cumple en cualquier intervalo entre dos puntos. Además, los puntos de la sucesión no son derivables (no se puede trazar una tangente).

Mandelbrot comenta: “Es claramente una curva; su área es nula, pero cada etapa de su construcción aumenta la longitud total en un factor  $4/3$ , con lo que la curva de von Koch tiene una longitud infinita –exactamente igual que una costa.”

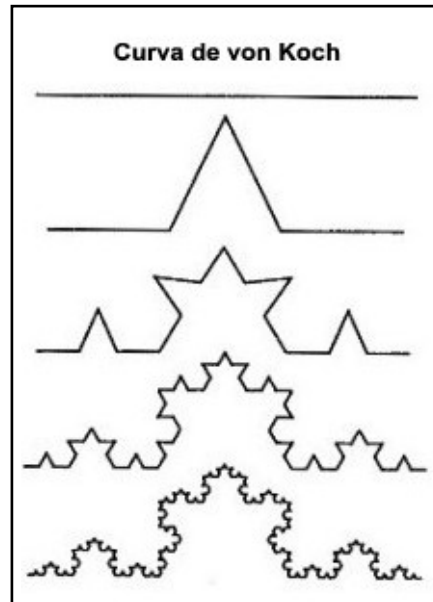


Ernesto Cesàro

Y recuerda una expresión entusiasta del matemático italiano Ernesto Cesàro (1859–1906) en 1905: “Es esta similitud entre el todo y sus partes, incluso las infinitesimales, lo que nos lleva a considerar la curva de von Koch como una línea verdaderamente maravillosa entre las líneas. Si estuviera viva no sería posible aniquilarla sin suprimirla de golpe, pues renacería sin cesar de las profundidades de sus triángulos, como la vida en el universo.”



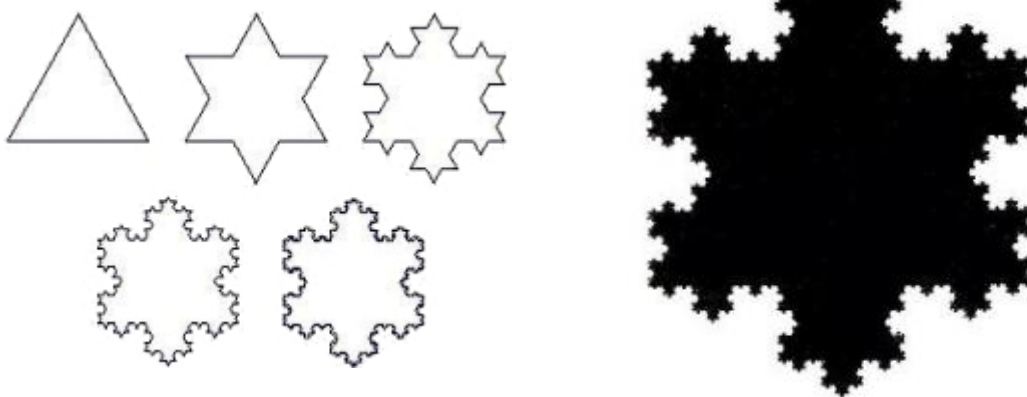
Niels von Koch



**1938**  
**1967**

Una variación de la curva de Koch es el ‘copo de nieve’: tres curvas de Koch que inicialmente forman un triángulo equilátero, cuyo perímetro es infinito, pero el área es limitada, y tiende a  $\frac{8}{5}$  del valor del área inicial. Es la ‘isla copo de nieve’ a que se refiere Mandelbrot al formalizar mediante la dimensión fractal el estudio de Richardson de la longitud de las costas.

**El ‘copo de nieve’**



## Duration: Impacto de los cambios en la tasa de interés en el valor de un bono

Frederick Robertson Macauley (1882–1970), economista canadiense radicado en Estados Unidos desde 1908, propone un indicador sintético del grado en que reaccionan los precios de los bonos a los cambios en la tasa de interés. En un estudio de 1938 (*Some theoretical problems suggested by the movement of interest rates, bond yields and stock prices in the US since 1856*, publicado por Columbia University Press para National Bureau of Economic Research, NBER) plantea la medida de la *duration*.

La *duration*, la media ponderada del tiempo hasta cada importe de un flujo de fondos, representa el período que transcurre hasta que se recibe cada peso promedio del valor actual de un flujo de fondos; es la ‘vida media’ de ese flujo. Macauley se refiere a esta medida como ‘*duration of a bond*’, y considera que mide el plazo medio (ajustado) al vencimiento de un bono.

En forma paralela, John Hicks (1904-1989, premio Nobel 1972) plantea en *Value and Capital* (1939) el concepto de duración como medida teórica de la elasticidad del “valor de capital de un flujo de pagos” con respecto a cambios en el factor de actualización. Hicks denomina a esta medida *período medio* (average period), y considera que ayuda a concretar la noción intuitiva de que, cuando la tasa de interés disminuye, los productores sustituirán dinero por otros medios de producción, y así aumenta el período medio de los planes de producción.

A pesar de la amplia difusión académica del libro de Hicks (que él mismo reconoce después como un producto representativo de los años 1930 keynesianos) esta medida de duración como elasticidad no fue conocida en el ámbito de las aplicaciones financieras. Así, Lawrence Fisher en 1966 (*An algorithm for finding exact rates of return*, publicado por Journal of Business) no hace ninguna referencia a Hicks cuando muestra que la medida de duración de Macauley tiene las propiedades de una elasticidad.

En su análisis Fisher expresa la elasticidad con respecto a la tasa de interés considerando una actualización continua:  $dV/di = -D/V$  ( $V$  es el valor actual del flujo de pagos, y  $D$  es la duración de ese flujo). En su planteo de 1939 Hicks trabaja con la tasa de interés compuesta:  $dV/d(1+r)$ .

A diferencia de otras medidas, el uso de la *duration* no se ha extendido con referencia al nombre de Macauley. La primera vez que se menciona como ‘*duration de Macauley*’ es recién en 1971 (en Lawrence Fisher y Roman Weil, *Coping with the risk of interest rate fluctuations: Returns to bondholders from naive and optimal strategies*, publicado por Journal of Business).



1939

## Origen de la expresión 'venture capital'

Jean Witter utiliza la frase 'venture capital' en su discurso presidencial de 1939 en la convención de Investment Bankers Association of America:

“Nadie que esté en los tramos altos de impuesto a la renta proporciona el capital aventurado (o capital de riesgo, venture capital) y toma el riesgo que implican las nuevas empresas y la expansión, y por tanto ayuda a crear nuevos empleos, si los pesados impuestos se llevan la mayor parte de la ganancia que se obtiene cuando la inversión es exitosa.”

Witter habla como socio de un banco de inversión de San Francisco, Dean Witter & Co (Jean Witter es primo del fundador de esa firma, Dean Witter). ¿Por qué un banquero de inversiones utiliza esa expresión, y relaciona explícitamente el financiamiento de algunos negocios con una aventura, enfatizando el riesgo que asume el inversor?



**Jean Witter en 1915**

En su juventud, en 1915, Jean Witter fue el primer guardabosque que habitó en la cabaña construida para la patrulla del, en ese momento, reciente Parque Yosemite. Quizá mantuvo la atracción por el lenguaje que exalta el significado existencial de lo aventurado.



**Dean Witter**

No obstante, veinticinco años después, como banquero, tiene otras preocupaciones. Martha Reiner (en *Innovation and the creation of venture capital organizations*, Business and Economic History, 1991) comenta: “La mayoría de las firmas pioneras de capital de riesgo se organizan en 1946, pero las precondiciones de esa innovación fueron las amenazas y las oportunidades en el ambiente de inversión. En los años 1920 aparecen dos desafíos importantes: la disminución de la inversión de riesgo informal y de las funciones parecidas a capital de riesgo en los bancos de inversión. En los años 1930 se producen dos cambios que indican a los financistas que su papel está en peligro: las empresas financian sus proyectos más innovadores de modo interno, y el gobierno aparece como financiador de la industria.”

La expresión 'venture capital' tiene, entonces, una motivación ideológica. El paso de la crisis de la depresión a la crisis de la guerra hace disminuir el ritmo del capitalismo privado en Estados Unidos. Los financistas advierten que la disminución de la inversión en nuevas empresas lleva a su propia declinación. Poner un nombre al problema es enfocar la atención para resolverlo.

Financiar emprendimientos y asumir su riesgo no es una novedad; sí lo es la formación de organizaciones de venture capital, que desarrollen capacidades y habilidades para evaluar, monitorear y apoyar los emprendimientos innovadores.

Para Witter, hasta ese momento tal financiamiento no era un área especializada de las finanzas, sino un componente tradicional de las carteras de inversión de individuos adinerados (la inversión en ‘negocios en etapa experimental’). En su alocución describe las funciones que las firmas de venture capital (que se organizarán después de la guerra) deberían desarrollar: conocimiento especializado para evaluar riesgos especializados, trabajar cerca de los emprendimientos, y tener identificadas las formas de resolver los problemas que surjan en ellos.

Los individuos adinerados, los ‘capitalistas de riesgo’ informales, en los años 1920 han orientado sus fondos hacia el mercado de capitales y los fondos de inversión administrados por los bancos. Con la caída de la Bolsa en 1929 los inversores (adinerados o no) rechazan las inversiones muy riesgosas. Y la reforma impositiva de los años 1930 hace menos atractivas esas inversiones (a lo que alude el párrafo reproducido del discurso de Witter).

Además, las disposiciones de regulación del mercado financiero a principios de los años 1930 impulsan a las empresas grandes a colocar los títulos directamente, y no mediante bancos de inversión.

Por tanto, el financiamiento organizado de las nuevas empresas es el modo en que estos bancos puedan aplicar el conocimiento que obtienen en las primeras etapas del negocio a las sucesivas necesidades de financiamiento de las empresas que resultan exitosas. Implica también una especialidad que reduzca el riesgo para los inversores, y los atraiga hacia esta nueva actividad de las entidades de inversión.

Este conjunto de condiciones históricas es el que lleva a utilizar la expresión ‘venture capital’, que evoca el riesgo y la aventura, y también la tranquilidad de contar con los medios de, en cierta forma, controlar los resultados. La innovación institucional se desarrolla a partir de 1946, y se mantiene la denominación tal vez por el atractivo de su ambigüedad.

1944  
 1950 1964 1976

## La teoría de los juegos de estrategia y el comportamiento económico

John von Neumann (1903–1957) y Oskar Morgenstern (1902–1976) quedan asociados en la economía por una sola obra que realizan en colaboración, *Theory of Games and Economic Behavior* (1944). De esta resulta un nuevo campo de la teoría económica, que permite formalizar las decisiones en condiciones de interdependencia (secuencial o simultánea).

Morgenstern, economista alemán formado en los planteos de la escuela austríaca, conoce a von Neumann a distancia, cuando el matemático Edward Cech llama su atención sobre el artículo de 1928 de von Neumann acerca de los juegos (*Zur Theorie der Gesellschaftspiele*). En 1938 Morgenstern se traslada de Viena a Princeton, y allí se reúne con von Neumann, matemático húngaro que había enseñado en Berlín, y que está en Princeton desde 1932.

La economía estudia básicamente las consecuencias de decisiones interdependientes. Pero la formalización de estas situaciones es compleja, y por eso los primeros modelos que se desarrollaron fueron los de monopolio y competencia perfecta. En términos de los instrumentos desarrollados por von Neumann y Morgenstern ambas situaciones son juegos relativamente simples.



John von Neumann



Oskar Morgenstern

Para la teoría de juegos un comportamiento es estratégico cuando las decisiones se toman teniendo en cuenta la influencia conjunta que tienen las decisiones de cada jugador sobre el resultado para cada jugador.

Para formalizar el comportamiento estratégico de los jugadores (en un juego en sentido estricto, o en las interacciones sociales y económicas) se requiere que puedan identificarse los resultados de las diferentes combinaciones de acciones y que se considere la condición de racionalidad de cada oponente. De ahí que es necesario especificar condiciones formales para la utilidad que consideran los individuos.

Von Neumann y Morgenstern formalizan dos tipos de juegos: los no cooperativos (o competitivos) y los cooperativos (o de coalición y negociación). Sus resulta-

dos más precisos se refieren al primer tipo, y más específicamente a los denominados juegos de suma cero.

Unos años después, John F. Nash (1928– ) (la ‘F’ es por Forbes) expande significativamente el ámbito de aplicación de la teoría de juegos al reintroducir la noción de equilibrio que Antoine Cournot (1801–1877) planteó en 1838 y que había sido excluida por von Neumann y Morgenstern.

En su artículo *Equilibrium points in N-person games*, publicado en Proceedings of National Academy of Sciences en 1950, define la solución de lo que después se denomina ‘equilibrio de Nash’: cuando la elección estratégica de cada jugador es la respuesta óptima a las elecciones estratégicas de los otros jugadores.

1944

1950 1964 1976

Para la solución Nash utiliza funciones de respuesta óptima y, como von Neumann y Morgenstern, el teorema del punto fijo de Luitzen Brouwer (de 1911), tal como fue planteado por Shinzuo Kakutani en 1941.

John Nash también amplía la forma de abordar los juegos cooperativos (*The bargaining problem* y *Two-person cooperative games*, publicados por *Econometrica* en 1950 y 1953), pero sus soluciones no son muy consideradas en ese momento, si bien han sido muy productivas posteriormente.



John Nash

### La solución de un juego estratégico

Según la teoría de juegos lo que es mejor para un jugador depende de lo que los otros jugadores piensan hacer, y esto a su vez depende de lo que ellos piensan que harán los otros jugadores.

En función de las condiciones de racionalidad (maximización de la utilidad) y de información de los cursos de acción y de los resultados, la solución del juego (la decisión a tomar) es la respuesta óptima (la maximización del pago esperado según probabilidades) a las decisiones óptimas de los oponentes.



John Nash

En 1958 John Nash queda sumido en una esquizofrenia paranoide, que se extiende hasta principios de los años 1970, cuando comienza a volver a su trabajo en matemática. (Este episodio psicótico, que ha sido descrito de distintas maneras por matemáticos y amigos de Nash, y por Nash en su autobiografía, es un elemento central en el argumento de la película *A beautiful mind*, *Una mente brillante*).

El mismo Nash atribuye su locura a que vivía en un plano ‘ultralógico’, “donde el aire es demasiado tenue como para que los hombres puedan respirar”. Tal vez su ‘curación’ depende de que ya no vuelva a moverse en esos niveles.

En 1994 recibe el premio Nobel por su aporte en un artículo publicado en 1949, que es un subproducto de su tesis doctoral, y que Nash califica como ‘el más trivial de sus trabajos’.

Robert Aumann (1930– , premio Nobel de Economía 2005) introduce mayor flexibilidad en el equilibrio de la teoría de juegos al resolver el ‘equilibrio correlacionado’ en juegos no cooperativos, en el artículo de 1974 *Subjectivity and correlation in randomized strategies*.

Aumann analiza los juegos repetitivos (finitos e infinitos) desde 1959 (su tesis es que el estudio de los juegos repetidos “desenfatisa el ‘ahora’ por interés en el ‘más tarde’ ”).

En un artículo con Frank J. Anscombe publicado en 1963 formaliza el concepto de probabilidad subjetiva (*A definition of subjective probability*, publicado por *Annals of Mathematical Statistics*). Y en 1964, con Michael Maschler, define el concepto de ‘conjunto de negociación’ (*The bargaining set for cooperative games*).

En 1976 Aumann realiza la primera definición formal de la noción de ‘conocimiento común’, en el artículo *Agreeing to disagree*, publicado por *Annals of Statistics*.



Robert Aumann

Robert Aumann nace en Alemania en 1930, y emigra a Estados Unidos en 1938. Desde 1956 enseña en la Hebrew University de Jerusalén. Profesa el judaísmo ortodoxo, y ha publicado ensayos aplicando la teoría de juegos a la solución de algunos ‘dilemas talmúdicos’.

Frente a la controversia acerca del denominado ‘código bíblico’, que H.J. Gans afirmaba haber descubierto en los textos de la Torah, entre 1996 y 2004 Aumann participan en una comisión que analiza el tema, con perspectiva experimental y considerando la propia dinámica de la controversia. “A priori la tesis de la existencia de códigos es altamente improbable. La investigación realizada bajo mi supervisión no confirma la existencia de los códigos, pero tampoco establece la no existencia. Por tanto, debo volver a mi estimación a priori, de que el fenómeno es improbable.”

### Conocimiento común e imposibilidad del ‘acuerdo en el desacuerdo’

Robert Aumann define que las opiniones de dos personas son ‘conocimiento común’ si ambas saben que la otra sabe lo que ella sabe, y saben también que saben eso, y así sucesivamente. Si ambas son actores bayesianos racionales (que van a llegar a la misma opinión a partir de la misma información) las opiniones finalmente serán iguales, aunque ninguno sepa en qué evidencia se ha basado la opinión del otro. Es decir, no pueden estar de acuerdo en estar desacuerdo (agree to disagree). Cuando esto pasa los comportamientos no son racionales, o las personas no se comportan ‘buscando la verdad’.

Aumann prueba formalmente la noción intuitiva de que si alguien tiene una opinión acerca de algo que es diferente a la mía, esto contiene una información adicional (la información de la diferencia de opinión); si soy racional y pienso que el otro también lo es, esto debería inducirme a analizar nuevamente el fundamento de mi opinión.

Si A está dispuesto a vender a B una acción a determinado precio, ese solo hecho le da a B una información útil (que posiblemente A considera que el precio de la acción está por encima de su valor). Aunque B no sepa en qué basa A su valuación, debería revisar hacia abajo su valuación inicial. Si, por el contrario, B acepta comprar la acción al precio ofrecido, esto debería hacer revisar a A su valuación.

Entonces, si A y B tienen la misma información y llegan a partir de eso a la misma conclusión, y si ambos procuran maximizar la riqueza, y tienen similares necesidades de liquidez (es decir, no hay motivos adicionales a la conveniencia pura de la transacción), la transacción no se realizaría.

### *Teoría de juegos y teoría de las finanzas de empresas*

Edward G. Bennion realiza en 1956 una de las primeras reflexiones acerca de la aplicación de los conceptos de la teoría de juegos a las decisiones de la empresa, en el artículo publicado por Harvard Business Review, *Capital budgeting and game theory*.

Desde entonces, la evolución de la teoría de finanzas de empresas (corporate finance) ha consistido en la introducción de nociones estratégicas para reflejar el comportamiento de los inversores y directivos. Los modelos de la teoría procuran identificar el efecto que tienen las decisiones de inversión, financiamiento y dividendos en el valor de la empresa. El poder explicativo de esos modelos ha mejorado con el reconocimiento formal de dos elementos basados en las nociones de teoría de juegos: 1) las situaciones de información asimétrica y el papel de las señales de la empresa a los inversores, y 2) los efectos de agencia que resultan de la forma en que se estructura lo que ahora se denomina ‘governancia empresarial’ (corporate governance).



**Stephen Ross**

Los primeros estudios que incluyen estos elementos explícitamente en los modelos se realizaron en los años 1970. En 1976, Michael Jensen y William Meckling plantean los efectos de los costos de agencia en el valor de la empresa, en el artículo *Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs, and capital structure*, publicado por Journal of Financial Economics [ficha 1976].

En 1977 Stephen Ross (1944– ) (*The determination of financial structure: The incentive signalling approach*, publicado por Bell Journal of Economics) y Stewart Myers (1940– ) (*Determinants of corporate borrowing*, publicado por Journal of Financial Economics) plantean la política de financiamiento de la empresa considerando el efecto de la información asimétrica y las señales a los inversores.

En 1979 Bell Journal of Economics publica el artículo de Sudipto Bhattacharya (1948– ) referido a las señales de la política de dividendos, *Imperfect information, dividend policy, and the ‘bird in the hand’ fallacy*.



**S Bhattacharya**

1944

1950 1964 1976



Stewart Myers



Nicholas Majluf

Stewart C. Myers (1940– ) y Nicholas S. Majluf (1943– )<sup>(\*)</sup> analizan, en un artículo de 1984, las decisiones de la empresa en condiciones de información asimétrica (*Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have*, publicado por Journal of Financial Economics).

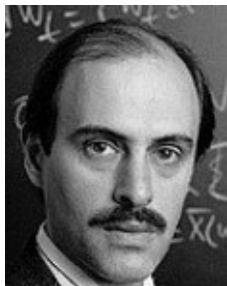
(\*) El nombre del profesor de la Universidad Católica de Chile es Nicolás Majluf, pero en algunas publicaciones en inglés se presenta como Nicholas, y en otras como Nicolas (por ejemplo, en la conocida obra de administración estratégica publicada en 1984 con Arnoldo Hax, también de origen chileno y que trabaja en MIT, *Strategic Management. An Integrative Perspective*). Está escrito de un modo u otro, es la misma persona.

El tipo de comportamiento estratégico que modela la teoría de juegos también ha permitido la comprensión de los elementos relevantes en las transacciones de control de la empresa y en las emisiones de capital (en primera oferta o posteriores).

Durante los años 1980 se desarrollan los primeros modelos que explican el valor en esas transacciones.

Sanford Grossman (1953– ) y Oliver Hart (1948– ) en 1980 estudian las ofertas de adquisición (*Takeover bids, the free-rider problem and the theory of the corporation*, Bell Journal of Economics). Los efectos de corto y largo plazo del precio de las primeras ofertas

públicas son analizados, respectivamente, por Kevin Rock en 1986 (*Why new issues are underpriced*, publicado por Journal of Financial Economics) y por Jay Ritter (1954– ) en 1991 (*The long run performance of initial public offerings*, publicado por Journal of Finance).



Sanford Grossman



Oliver Hart



Jay Ritter

1944

1950 1964 1976

Los conceptos de teoría de juegos también han ampliado la comprensión de la economía de la intermediación financiera, a partir del artículo de Douglas Diamond (1952– ) y Philip Dybvig (1955– ) *Bank runs, deposit insurance and liquidity*, publicado en 1983 por *Journal of Political Economy*.



Douglas Diamond



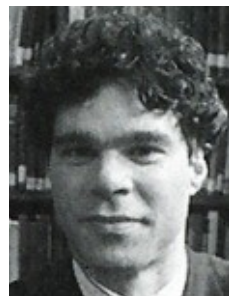
Philip Dybvig

El artículo de Sanford Grossman (1953– ) y Joseph Stiglitz (1943– ) *The impossibility of informationally efficient markets* [ficha 1980] introduce el efecto de la información asimétrica en el contenido informativo de los precios de los títulos, pero mantiene la noción de equilibrio general con expectativas racionales (que no reconoce los comportamientos estratégicos).

La reconciliación de la información asimétrica con los mercados competitivos mediante conceptos de la teoría de juegos se plantea en 1987, en el artículo de Pradeep J. Dubey (1951– ), John Geanakoplos (1955– ) y Martin Shubik (1926– ), *The revelation of information in strategic market games: A critique of rational expectations equilibrium* (*Journal of Mathematical Economics*).



Pradeep Dubey



John Geanakoplos



Martin Shubik

La teoría de juegos se utiliza para la comprensión de las decisiones de precios y producción según las condiciones de un sector (lo que se denomina ‘industrial organization’, que en español se refiere como ‘organización industrial’, aunque debería ser ‘organización sectorial’).

En los temas financieros esos aspectos se consideran en los denominados estudios de microestructura de mercado (market microstructure). Los modelos basados en los conceptos de la teoría de juegos buscan explicar la formación de los precios en los mercados financieros considerando las reglas específicas de transacción y las diferentes situaciones de información de los participantes.



1944  
1950 1964 1976



Albert Kyle

Los primeros estudios de estos aspectos se realizan en 1985: los artículos de Albert Kyle (1953– ) (*Continuous auctions and insider trading*, publicado por *Econometrica*) y Larry Glosten (1951– ) y Paul Milgrom (1948– ) (*Bid, ask, and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders*, publicado por *Journal of Financial Economics*) presentan modelos de explicación ampliamente utilizados para desarrollos posteriores.



Lawrence Glosten



Paul Milgrom

Las técnicas de teoría de juegos se han ampliado significativamente, y se pueden representar situaciones cada vez más complejas de comportamientos interdependientes. Esto permite reconocer los comportamientos estratégicos de los participantes, incluyendo en los modelos los conceptos relevantes de la economía de información. Se puede redefinir así el papel que tienen las creencias y conocimientos existentes, y también pueden incluirse explícitamente las creencias de segundo orden o superior.

Las consecuencias para la teoría de las finanzas son muy importantes, ya que la teoría de juegos mantiene la condición de comportamiento racional de los participantes. Esto significa que muchos aspectos que no pueden explicarse con los modelos tradicionales, y que suscitan apelaciones a algún tipo de ‘irracionalidad’ de base ‘conductual’, pueden comprenderse sin abandonar la hipótesis habitual de racionalidad.

**¿Por qué los modelos financieros no reflejan el efecto de las creencias de orden más alto?**

Keynes, en el capítulo 12 de la *Teoría General*, plantea su conocida metáfora de los concursos de belleza para referirse a los mercados financieros: “La inversión por profesionales puede compararse a esos concursos de los periódicos en que los concursantes tienen que seleccionar las seis caras más bonitas entre un centenar de fotografías, ganando el premio aquel competidor cuya selección corresponda más aproximadamente al promedio de las preferencias de todos los competidores. De este modo, cada concursante debe elegir no los semblantes que él mismo considera más bonitos, sino los que crea que serán más del agrado de los demás concursantes, todos los cuales observan el problema desde el mismo punto de vista. No es el caso de seleccionar aquellas que, según el mejor juicio propio, son realmente las más bellas, ni siquiera las que la opinión general cree que lo son efectivamente. Hemos alcanzado el tercer grado, en el que dedicamos nuestra inteligencia a anticipar lo que la opinión promedio espera que sea la opinión promedio. Y existen algunos, según creo, que practican los grados cuarto, quinto, y otros superiores.”

Tal comportamiento es típicamente estratégico, y plantea el problema de lo que ahora se denomina ‘creencias de orden más alto’ (higher order beliefs). Puesto en términos financieros actuales, los participantes en el mercado financiero, en sus decisiones de inversión, no deben preocuparse tanto por los ‘fundamentos’ del valor de los títulos, sino por lo que los otros participantes van a creer acerca de esos fundamentos, y por lo que los otros van a creer acerca de lo que van a creer los demás, y así siguiendo. Lo cual es una situación bastante complicada de un juego de estrategia.

Los modelos financieros usuales no reconocen este hecho y, cuando se habla de este tema se suele enmarcar en bases psicológicas o conductuales, connotando ‘actores irracionales’. El mismo Keynes se refiere a la psicología de masas, anticipando también la ahora usual explicación de los fenómenos por la ‘conducta de rebaño’ (herding behavior), o ‘conducta de manada’, según con qué tipo de animal se prefiera identificar a los inversores profesionales.

En los modelos de equilibrio con expectativas racionales (con o sin diferencias de información) se consideran expectativas acerca de las expectativas, pero con una base común, para que todo el planteo sea tratable formalmente.

Esto implica que se supone que las creencias de cada participante acerca de las creencias de los demás están determinadas por sus propias creencias acerca de los ‘fundamentos’ del valor de los títulos. Con lo cual quedan fuera justamente los efectos más importantes de las diferencias de información y de las creencias de segundo orden, o de órdenes más altos.

## Condiciones de von Neumann y Morgenstern de las preferencias racionales frente al riesgo

Como parte del planteo de la teoría del comportamiento estratégico von Neumann y Morgenstern desarrollan una formulación axiomática de la utilidad en condiciones de riesgo. Esta pieza fundamental para la solución de los juegos queda completada en la segunda edición de *Theory of Games and Economic Behavior*, en 1947.

Una ‘función de utilidad de von Neumann y Morgenstern’ es la que cumple los postulados para la racionalidad de las preferencias en condiciones de riesgo. Un individuo racional se comporta como si estuviera maximizando algo. El ‘algo’ es la utilidad de un resultado.

Si hay dos resultados, A y B, y A es mayor que B, el primer postulado de von Neumann y Morgenstern es que el individuo racional prefiere un juego que asigne mayor probabilidad a A. Si hay varios resultados entre A y B, el segundo postulado es que cada resultado intermedio entre el mejor y el peor es equivalente a algún juego cuyos únicos resultados son A y B. Estos son los principios de expectativa y de integración.

Con esta base la teoría moderna de la decisión considera el resultado ‘equivalente en dinero’ (cash equivalent) o resultado ‘equivalente a certidumbre’ (certainty equivalent) de una alternativa con riesgo.

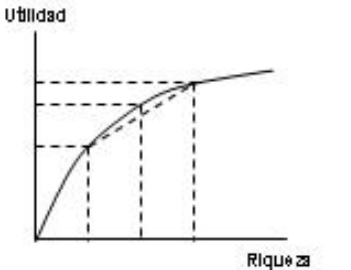
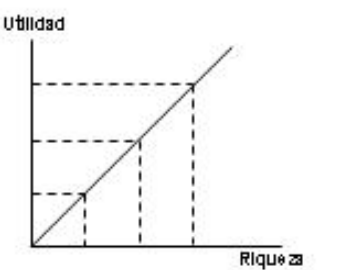
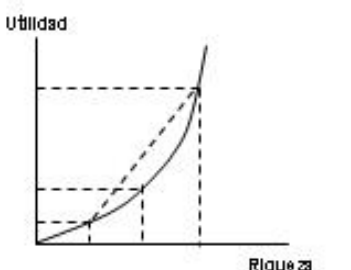
A partir de la formulación de von Neumann y Morgenstern se desarrollan los tres tipos de funciones de utilidad frente al riesgo que son ahora una pieza relativamente estándar al considerar la valoración en condiciones de riesgo.



John von Neumann



Oskar Morgenstern

<p>Función de utilidad estrictamente cóncava</p> 	<p>Función de utilidad simultáneamente (pero no estrictamente) cóncava y convexa</p> 	<p>Función de utilidad estrictamente convexa</p> 
<p>Un individuo es adverso al riesgo con el dinero si siempre está dispuesto a vender la oportunidad de participar en un juego por una cantidad igual al valor esperado del juego.</p>	<p>Un individuo es indiferente al riesgo si siempre le es indistinto comprar o vender la oportunidad de participar en un juego por una cantidad igual al valor esperado del juego.</p>	<p>Un individuo es proclive al riesgo si siempre está dispuesto a comprar la oportunidad de participar en un juego por una cantidad igual al valor esperado del juego.</p>

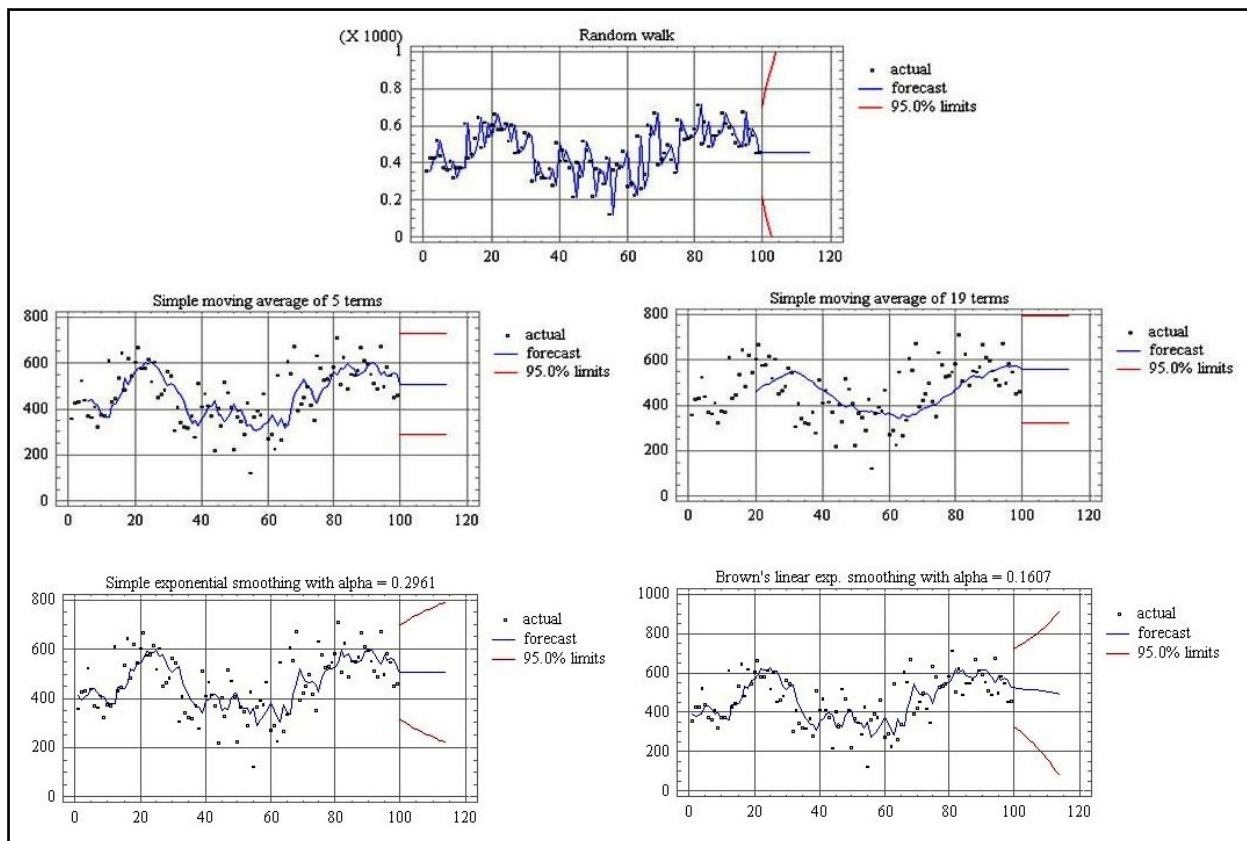
**1944**  
 1956 1960

## El método de suavizamiento exponencial para pronósticos con series temporales

La interpretación de datos seriados y su utilización para formular pronósticos es un territorio muy amplio del análisis estadístico. La extrapolación simple según la media de una serie temporal es mejorada en los años 1920 con el cálculo de promedios móviles.

Pero esta forma de utilizar los datos pasados tiene poca precisión para pronósticos de corto plazo. En 1944 Robert G. Brown, analista en la marina de Estados Unidos, desarrolla un método para ajustar la trayectoria de los proyectiles al blanco. Este es el primer método de suavizamiento exponencial (exponential smoothing) con datos continuos. La técnica implica dar un peso más alto a los datos que son más próximos.

A principios de los años 1950 extiende el suavizamiento exponencial para pronóstico con datos discretos, y desarrolla métodos para considerar la tendencia y la estacionalidad. Una de las primeras aplicaciones en la gestión de inventarios de la Marina, donde el método muestra una de sus ventajas: la cantidad de datos a mantener para los cálculos es menor que con la técnica de promedios móviles.



En 1955 la Oficina de Censos de Estados Unidos desarrolla el método completo de descomposición de series de tiempo, conocido como ‘método II del censo’. En ese momento se descubre cómo separar los cuatro componentes de una serie de tiempo: estacionalidad, tendencia, ciclo y aleatoriedad.

Brown presenta su método completo de suavizamiento exponencial en una reunión en 1956 de Operations Research Society of America. Sobre esta base, en 1959 publica el primer libro, *Statistical Forecasting for Inventory Control*.

En un artículo publicado en 1961 por Operations Research, *The fundamental theorem of exponential smoothing*, Robert G. Brown con Richard F. Meyer y D. A. D'Esopo completan la generalización matemática. En el libro *Smoothing, Forecasting, and Prediction of Discrete Time Series*, Brown presenta la metodología general.

En forma simultánea, en los años 1950 Charles C. Holt (1922– ), también para la logística de la Marina, desarrolla un método similar al de Brown para el suavizamiento exponencial de tendencias aditivas, y un método completamente diferente para realizar el suavizamiento de los datos estacionales. El método es presentado en un memorandum de Office of Naval Research (ONR) en 1957, *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages*. En 1960, P.R. Winters prueba el método de Holt con datos empíricos; los resultados se publican en un artículo en Management Science, *Forecasting sales by exponentially weighed moving averages*. Desde entonces, el método se conoce como sistema de pronóstico de Holt-Winters.

También en 1960, John Muth (1930–2005) examina las características de estos pronósticos, en un artículo publicado por Journal of the American Statistical Association, *Optimal properties of exponentially weighted forecasts*.

Desde entonces, la metodología de suavizamiento exponencial se expande, de modo que existe una gran cantidad de variantes en los modelos. Por esto se ha desarrollado una taxonomía específica, según se realice una formulación aditiva o multiplicativa, y con atenuación de la tendencia (damped trend).

El problema principal de cualquier método de pronóstico basado en una serie temporal, más allá de la forma de tratar los componentes, es realizar una modelación adecuada de los errores. Para esto se ha desarrollado el enfoque SSOE (single source of error, fuente de error única), que implica superponer modelos con error único.

Hubo una época, durante los años 1970 y 1980, en que los estadísticos que se consideraban a sí mismos más refinados calificaban al suavizamiento exponencial como una metodología demasiado simple, y obsoleta frente a los modelos ARIMA (método de Box-Jenkins [ficha 1970]).

En la actualidad, el desarrollo del enfoque SSOE y los modelos de ‘estado-espacio’ (state-space) muestran la generalidad de los modelos que se formulan con suavizamiento exponencial. De hecho, los modelos ARIMA son un caso especial de esta metodología general de suavizamiento exponencial.

**1946**

1949 1953 1963 1986

## El método de Montecarlo de muestras simuladas

Stanislaw Ulam (1909–1984), matemático y físico polaco, se incorpora en 1943 (por intercesión de su amigo John von Neumann) al proyecto que se estaba desarrollando en Los Alamos (cuya primera etapa se completó en 1945, con la bomba atómica). A partir de 1946 concibe y desarrolla la simulación estadística por computadora, conocida como método de Montecarlo.



**Stanislaw Ulam**

En 1983, en sus memorias (*Adventures of a Mathematician*), Stan Ulam recuerda: “La primera idea que tuve de practicar una simulación estadística surgió por una pregunta que se me ocurrió en 1946, cuando estaba convaleciendo de una enfermedad y jugaba solitarios. La pregunta fue ¿cuál es la posibilidad de que se resuelva exitosamente un solitario Canfield con 52 cartas? Después de gastar un montón de tiempo tratando de estimar esa posibilidad con cálculos combinatorios pensé si un método más práctico que el ‘pensamiento abstracto’ no sería repetir el juego, digamos cien veces, y contar la cantidad de juegos exitosos. Esto se podía imaginar, ya que en ese momento estaban comenzando la nueva era de computadoras rápidas; inmediatamente pensé en problemas como la difusión del neutrón y otras cuestiones de física matemática y, de modo más general, en cómo cambiar los procesos descritos con ciertas ecuaciones diferenciales en una forma equivalente interpretable como una sucesión de operaciones aleatorias. Un poco después comenté la idea con John von Neumann, y comenzamos a planificar los cálculos reales.”

A von Neumann le atrajo esa aplicación del muestreo estadístico utilizando las técnicas de computación electrónica recientemente desarrolladas, en especial para explorar el comportamiento de los neutrones en las reacciones en cadena. En 1947 le dice a Robert Richtmeyer, a cargo de la división teórica en Los Alamos, que “el enfoque estadístico es muy adecuado para un tratamiento digital”.

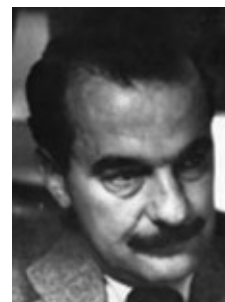
Comienza a trabajar con el modelo del comportamiento del neutrón. En una carta a Stan Ulam, en 1947, von Neumann analiza dos técnicas para generar las distribuciones *no uniformes* buscadas a partir de distribuciones *uniformes* de números aleatorios. Ulam había pensado en la técnica de la inversa de la función, y von Neumann le plantea qué pasa si es muy difícil obtener esa inversa, en especial si la función es empírica. Para esto propone otra técnica, de aceptación o rechazo según la posición de los números aleatorios con respecto a la función.

Fue así como las primeras aplicaciones del método de simulación aleatoria por computadora se hicieron para analizar las reacciones de fusión y termonucleares, en el desarrollo de la bomba de hidrógeno y la propulsión espacial.

Con otros científicos del proyecto, tales como el físico de origen húngaro Edward Teller (1908–2003) y el matemático Nicholas Metropolis (1915–1999), se realizan los principales desarrollos de algoritmos para la aplicación de la técnica a la solución de integrales y a cálculos físicos.

En 1949 el Journal of the American Statistical Association publica el artículo inicial donde Nicholas Metropolis y Stanislaw Ulam presentan la técnica: *The Monte Carlo method*. El nombre de Montecarlo para designar la técnica de simulación estadística fue propuesto por Metropolis, inspirado por el interés que Stan Ulam tenía en el juego de poker.

(Según recuerdan, a Metropolis le gustaba crear nombres. Cuando Emile Segré le pide que sugiera nombres para dos elementos nuevos



Nicholas Metropolis

### ¿Montecarlo o Monte Carlo?

El nombre del distrito de la ciudad de Mónaco (con el célebre casino) en español se escribe Montecarlo (todo junto). En inglés se escribe separado: Monte Carlo.

También puede utilizarse directamente la denominación original, en italiano y francés, como palabra compuesta: Monte-Carlo.

que se habían descubierto, el 43 y el 85, Metropolis propone, respectivamente, 'technetium', porque 'technetos' en griego significa 'artificial', y 'astatine', ya que 'astatos' es 'inestable'.)

En 1948 Metropolis hace el primer cálculo de Montecarlo en ENIAC, la computadora digital inicial de University of Pennsylvania. Y en 1953 publica el algoritmo para el cálculo.

La generación de muestras por simulación aleatoria es una de las herramientas más potentes para el análisis práctico de problemas físicos, económicos, financieros y de toda índole.

### Richard von Mises y el espacio muestral



Karl Pearson

La noción de una 'muestra' planteada por Karl Pearson (1857–1936) tiene un significado probabilístico preciso cuando Richard von Mises (1883–1953) realiza la definición empírica de probabilidad (la 'probabilidad a posteriori') en 1928.

En ese momento utiliza la expresión 'label space', y en 1931 se refiere a 'sample space', el espacio muestral.

Esa definición es relativamente simple:

Si un experimento se realiza una cantidad grande de veces,  $N$ , y  $n$  es la cantidad de veces que ocurre el acontecimiento  $E$ , a medida que  $N$  aumenta, la relación  $n/N$  tiende a un valor estable  $p$ . Esa es la frecuencia relativa de  $E$ , y se considera la probabilidad de  $E$ ,  $p(E)$ .

Richard von Mises establece los nexos entre la estadística y la probabilidad en su libro *Probabilidad, estadística y verdad*.

Andrei Kolmogorov (1903–1987), que plantea en 1933 la definición axiomática definitiva de probabilidad, comenta: "La base para la aplicación de los resultados de la teoría matemática de la probabilidad a 'fenómenos aleatorios' reales debe depender de alguna forma del concepto frecuencial de probabilidad, cuya inevitable naturaleza ha sido establecida por von Mises."



Richard von Mises

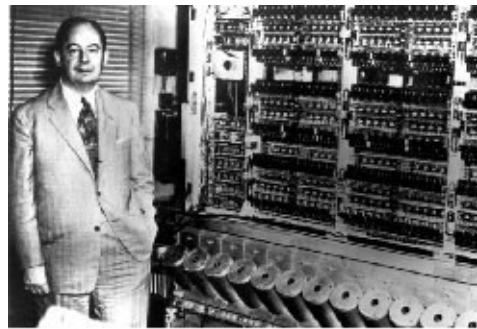
### John von Neumann y el análisis numérico



John von Neumann

(1903–1957) y Herman Goldstine *Numerical inverting of matrices of high order*, publicado en 1947 por el Bulletin of the AMS, en el que estudian los errores de redondeo.

Si bien el análisis numérico tiene una larga historia, su forma ‘moderna’ comienza con la utilización de computadoras electrónicas para la solución de problemas grandes y complejos de cálculo matemático, en aplicaciones tales como predicción balística, comportamiento de neutrones y flujos dinámicos multidimensionales. Se acepta que el punto de partida fue el artículo de John von Neumann



John von Neumann y la primera computadora

Las primeras menciones de la aplicación de la simulación aleatoria a problemas financieros se hacen en 1963. William Beranek, en su libro *Analysis for Financial Decisions*, propone utilizar la simulación aleatoria para evaluar el efecto de las políticas alternativas en el flujo de fondos. Pone el énfasis en el uso de la simulación para evaluar la razonabilidad del modelo formulado para el problema de decisión. “La cantidad de pruebas a realizar depende de cuánta documentación se requiera para convencer a quien toma las decisiones de la superioridad, o la falta de superioridad, de la alternativa propuesta con respecto a la política existente.”

En 1964 en el artículo *Risk analysis in capital investment*, publicado por Harvard Business Review, David Hertz explica el método que ha desarrollado en McKinsey “para extraer la máxima información de los pronósticos disponibles”; consiste en aplicar la simulación para el flujo de fondos de un proyecto, de modo de obtener una distribución (por simulación) de la tasa interna de rentabilidad.

Un año antes S.W. Hess y H.A. Quigley presentan en el Chemical Engineering Symposium de 1963 un programa de computación para simular los factores que influyen en los proyectos de la industria química: *Analysis of risk in investments using Monte Carlo techniques*.



**1946**

**1949 1953 1963 1986**

En 1986, al comenzar a difundirse el uso de las planillas de cálculo (spreadsheet programs [ficha 1979]), Decisioneering diseña un programa para simulación, Crystal Ball, como un agregado (add-in) a una planilla de cálculo. En comparación con los programas diseñados específicamente para simulación, la ventaja es su uso relativamente sencillo; la desventaja es que no pueden representarse dinámicas complejas de un modo manejable.

*DECISIONEERING*



De este modo, la simulación comienza a difundirse como un medio de obtener todo tipo de cuantificaciones de aspectos económicos, tales como precios, cantidades, ganancias, etc. No es claro si esto debe colocarse en el lado de los aspectos favorable o de los desfavorables de esa herramienta de simulación aleatoria.

## ***The Journal of Finance***

En agosto de 1946 The American Finance Association publica el primer número de *The Journal of Finance*.

Esta asociación se crea en 1940, para el desarrollo de la disciplina, principalmente con una perspectiva académica.



**1947**

1953 1955 1957 1965

## La programación lineal

La primera aplicación de la programación lineal a las decisiones de inversión se propone en 1957, diez años después de que George Dantzig planteara el algoritmo simplex.

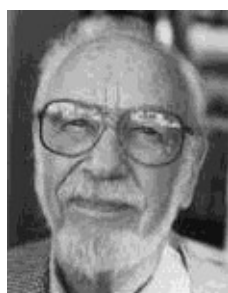
En 1947 George B. Dantzig (1914–2005) formula un procedimiento de solución para los problemas del tipo de programación con ecuaciones lineales: el método simplex, con el que se inicia la programación matemática.

Ese mismo año, en una conversación con John von Neumann, Dantzig advierte el problema de la dualidad, que es conocido como ‘teorema de la dualidad de la programación lineal’ (planteado por D.Gale, H.Kuhn y A.Tucker en 1951) y que permite un estudio más eficiente de los puntos extremos, y una forma sencilla de verificar el carácter de óptimo de una solución.

Las técnicas de la programación lineal se completan en 1953, como resultado de los desarrollos de George Dantzig, y de David Gale, Harold W. Kuhn (1925– ), Albert W. Tucker (1905–1995), Abraham Charnes (1917–1992) y William W. Cooper (1914– ), quienes realizan mejoras del algoritmo, plantean el problema directo y el problema dual (las filas y las columnas de la matriz), y formulan numerosas aplicaciones de programación lineal a problemas empresariales.



George Dantzig



David Gale



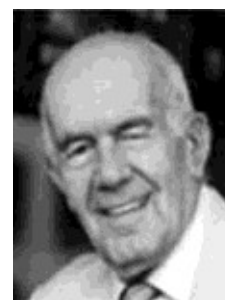
Harold Kuhn



Albert Tucker



Abraham Charnes



William Cooper

La programación lineal con parámetros que son variables aleatorias fue planteada en 1955 por George Dantzig (*Linear programming under uncertainty*, publicado por Management Science) y por Evelyn Beale (E.M.L. Beale, *On minimizing a convex function subject to lineal inequalities*, Journal of the Royal Statistical Society). En 1959 el planteo es ampliado por Abraham Charnes y William Cooper (*Chance-constrained programming*, Management Science).

### ***Aplicación de programación lineal multiperiódica con restricciones financieras***

En 1957 Abraham Charnes (1917–1992), William W. Cooper (1914– ) y Merton H. Miller (1923–2000), en una comunicación en Seminar on Techniques of Industrial Operations Research, *Programming and financial budgeting*, utilizan la programación lineal para determinar el costo de oportunidad de los fondos de una empresa con varias propuestas de inversión.

En 1959 Journal of Business publica el estudio completo, *Application of linear programming to financial budgeting and the costing of funds*.

### ***Aplicación de programación lineal para el costo neto de financiamiento***

En 1965 Alexander A. Robichek (1925–1978), Daniel Teichrow (1925–2003) y Michael Jones, en un artículo publicado por Management Science, *Optimal short term financing decision*, aplican la programación lineal para minimizar el costo neto de financiamiento en una empresa cuyo flujo de fondos fluctúa mucho durante el año.

#### **El origen de la programación lineal**



**Wassily Leontief**

Wassily Leontief (1906–1999) plantea en 1933 la representación de problemas mediante sistemas de ecuaciones y desigualdades. George Stigler (1911–1991) propone en 1945 una forma aproximada de solución de estos problemas por sustitución. George Dantzig busca la forma de resolver los sistemas de desigualdades de modo que puedan calcularse en un tiempo razonable con los medios disponibles.

Dantzig recuerda: “Comencé observando que la región factible es un cuerpo convexo, es decir, un conjunto poliédrico. Por tanto, el proceso se podría mejorar si se hacían movimientos a lo largo de los bordes desde un punto extremo al siguiente. Sin embargo, este procedimiento parecía ser demasiado ineficiente. En tres dimensiones, la región se podía visualizar como un diamante con caras, aristas y vértices. En los casos de muchos bordes, el proceso llevaría a todo un recorrido a lo largo de ellos antes de que se pudiese alcanzar el punto de esquina óptimo del diamante”. Esta intuición geométrica lleva a la primera formulación del método simplex.



**George Stigler**

Por su trabajo en la Fuerza Aérea Dantzig era un experto en la solución de métodos de planeamiento con una calculadora de escritorio (esto es, ‘programación’ en la terminología militar, referida a entrenamiento, personal, logística). Plantea la ‘programación en una estructura lineal’ para resolver problemas formulados como un sistema de desigualdades lineales.

El uso de la expresión ‘programa lineal’ tiene este sentido, y no de programa de computadora, ya que en esa época las instrucciones utilizadas por una computadora se denominaban ‘código’.

El método simplex es el modo de solución, moviéndose ‘de una columna a otra’. La expresión ‘programación lineal’ (linear programming) fue propuesta por Tjalling J. Koopmans (1910–1986) en una conversación en RAND Corporation en 1948, como una denominación más breve que ‘programación en una estructura lineal’.

En 1952 Dantzig comienza a trabajar en RAND Corporation en Santa Monica, y hasta 1956 se dedica a implementar la programación lineal en computadoras de primera generación. En 1954, William Orchard-Hays escribe el primer software con calidad comercial para resolver programas lineales.

Justamente porque Orchard-Hays necesitaba una palabra para denominar el problema original del cual resulta un problema dual, el padre de Dantzig, Tobias, propone *primal* (primario, en el sentido de básico).

Años después, en 1982 (*Reminiscences about the origins of linear programming*), Dantzig comenta: “La programación lineal se considera un desarrollo revolucionario que da al hombre la capacidad de establecer objetivos generales y encontrar, mediante el método simplex, las decisiones óptimas para una clase muy amplia de problemas de decisión prácticos de gran complejidad. En el mundo real el planeamiento tiende a ser ad hoc debido a que los diversos grupos de intereses implican múltiples objetivos.” “El tremendo poder del método simplex es una sorpresa constante para mí.”



Tjalling Koopmans



George Dantzig



Robert Dorfman

La expresión ‘programación matemática’ se debe a Robert Dorfman (1916–2002), que en 1949 utilizó esa denominación por ser más amplia que ‘programación lineal’.

### ¿Qué es un problema de programación?

El propósito de la solución de un problema de programación es determinar un conjunto óptimo de variables de control. Las variables de control (o de decisión) son las variables que el decididor puede especificar (dentro de las restricciones identificadas). La optimización se realiza con respecto a una función objetivo especificada.

$$\begin{array}{ll} \text{Maximizar} & c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_N x_N \\ \text{con} & x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad \dots \quad x_N \geq 0 \\ \text{sujeto a} & a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1N} x_N \leq b_1 \\ & a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2N} x_N \leq b_2 \\ & \dots \\ & a_{M1} x_1 + a_{M2} x_2 + \dots + a_{MN} x_N \leq b_M \end{array}$$

Los valores óptimos de las variables de control serán función de varios parámetros que se incluyen en el problema de optimización. (recursos, costos, tecnología, tiempos, etc.). Cuando cambia el valor de uno o más parámetros también cambian los valores óptimos de las variables de control. Las técnicas de optimización basadas en el algoritmo simplex no permiten obtener estas expresiones funcionales de los valores óptimos en relación con los parámetros. Para esto se realiza un análisis de sensibilidad.

Los parámetros pueden ser variables aleatorias, y el procedimiento es optimizar el valor esperado de la función objetivo. Estos problemas de programación pueden implicar una sola decisión, o una secuencia de decisiones (y cada decisión depende de las anteriores, y de cuáles han sido los valores de los parámetros en el lapso hasta la decisión).

La programación dinámica [ficha 1952] es una de las formas de encarar estos problemas de programación secuencial estocástica. Su generalización se basa en la noción de red, que fue retomada en los años 1950 a partir de la teoría de los gráficos de Dénes König (1884–1944), matemático húngaro cuyo libro de 1936 referido a los gráficos finitos e infinitos (endlichen und unendlichen graphen) tuvo gran influencia en el interés moderno por la teoría de los gráficos.



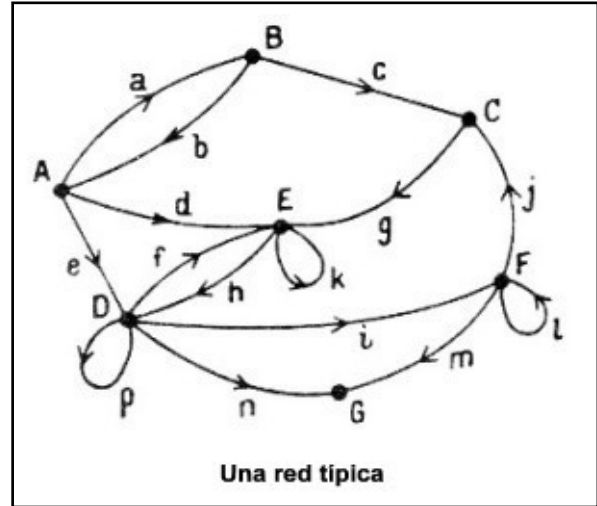
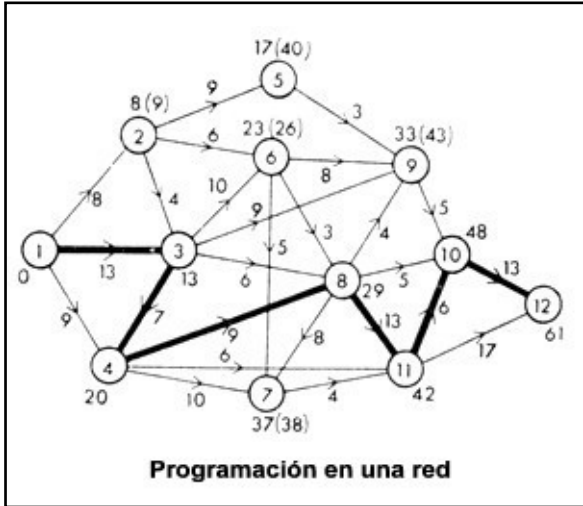
Denes Konig

Una red es un conjunto de puntos (vértices, o nodos) que están unidos por líneas orientadas (arcos). Existe una arista entre dos vértices si hay un arco entre ellos (en una dirección o en otra). Un camino es una sucesión de arcos adyacentes que permiten pasar de un vértice a otro, y una cadena es una secuencia de aristas consecutivas; y un ciclo es una cadena cerrada. Un caso particular de red es un árbol: una red que no contiene ningún ciclo. El algoritmo de Kruskal (*On the shortest spanning subtree of a graph*, 1956) estipula la condición de un árbol óptimo: “Entre las aristas que no han partido aún del árbol, elegir la que tenga el valor óptimo (mínimo o máximo según el caso) y que no forme un ciclo con las aristas ya usadas”.

Un problema de programación dinámica implica determinar un camino (trayectoria) en nodos de decisión que sea óptimo según una función objetivo especificada.

1947

1953 1955 1957 1965



1949

1966 1980s 1990s

## Hedge fund: Origen y evolución de los 'fondos de cobertura'

El primer hedge fund ('fondo de cobertura') se forma en 1949. Alfred Winslow Jones (1901–1989) en los años 1940 comienza a trabajar en Fortune y en 1948, mientras escribe un artículo referido a las tendencias de las inversiones, tiene una inspiración para la administración de capital. Reúne 100.000 dólares (40.000 propios) y los invierte en acciones, tratando de minimizar el riesgo mediante posiciones cortas en otras acciones. Esto ahora se denomina 'modelo con posiciones largas y cortas de acciones' (long/short equities model). Para mejorar el rendimiento, Jones también agrega endeudamiento en su cartera.



Alfred W. Jones

En 1952 Jones modifica la estructura del fondo, transformándolo en una sociedad limitada, y también separa un 20% del rendimiento para retribuir al socio administrador (que participa en el capital). Por esta estructura legal y financiera se lo considera el padre de los hedge fund: combina ventas cortas, endeudamiento, riesgos compartidos y un sistema de compensación basado en el desempeño de la inversión.

A esto se agrega que, por la forma legal, no debe cumplir los requisitos de información de la composición de tenencias a que están sujetos los fondos de inversión (mutual fund).

Jones buscaba formar una cartera con menor exposición al riesgo que las de las acciones en que se basa la inversión. Cincuenta años después, y con los incidentes financieros con hedge fund desde 1998, el administrador de hedge fund Mario Gabelli (en *The history of hedge funds. The Millionaire's Club*) comenta: "Hoy, si uno pregunta a alguien qué es un hedge fund, sospecho que la mayoría lo caracterizará como un vehículo de inversión altamente especulativo, por el cual ricachones inconscientes e instituciones financieras descuidadas pierden hasta la camisa" (Today, if asked to define a hedge fund, I suspect most folks would characterize it as a highly speculative vehicle for unwitting fat cats and careless financial institutions to lose their shirts.)

La expresión 'hedge fund' se difunde en 1966. Carol Loomis, en un artículo de Fortune (*The Jones' that nobody can keep up with*), analiza la estrategia de inversión utilizada por Jones, y sus resultados: entre 1960 y 1965 las inversiones de Jones tuvieron un rendimiento de 325%, y en el período 1955-1965 el rendimiento fue 670%. Rendimientos que son significativamente mayores que los de inversiones tradicionales de los fondos: 225% y 358% respectivamente.

La denominación, en ese momento, es correcta: la estrategia de Jones implica cubrir las inversiones combinando posiciones largas y cortas. Y la habilidad del administrador del fondo es elegir las acciones correctas para cada mitad de ese 'straddle'.

Ese artículo contribuye a la difusión del vehículo de inversión: comienza un período de crecimiento acelerado. En un intento de replicar el estilo de Jones (y esperando obtener sus resultados) algunos administradores de dinero comienzan a tomar posiciones cortas, pero sin mucha experiencia. En realidad, no 'cubren' sus inversiones, sino que aumentan sus rendimientos con endeudamiento; o directamente apuestan, lo cual muestra ser muy riesgoso al iniciarse el período bajista de los 1970. Tienen importantes pérdidas, y muchos desaparecen.



Este tipo de inversión no se utiliza mucho hasta mediados de los años 1980. Nuevamente, es la atención de la prensa financiera la induce otro crecimiento. Institutional Investor destaca el desempeño de Tiger Fund, de Julian Robertson. Los inversores acuden en tropel, entusiasmo que aumenta con la información del éxito de Quantum Fund, de George Soros.

Durante los años 1980 aparecen nuevos estilos de administración de estos fondos, con estrategias más sofisticadas, con divisas, futuros y opciones. Hedge funds comienza a ser una

palabra mágica; todos quieren ser parte de la acción... tanto administradores como inversores.

La posibilidad de utilizar derivados complejos, no permitidos a los fondos de inversión comunes (mutual fund), plantea un mercado con muchas alternativas. A fines de los años 1990 se estiman 4.000 hedge funds, con activos por 400 mil millones de dólares. Hasta que la historia se repite: en 1998 se produce el colapso de fondos de alto perfil, como Long Term Capital Management (LTCM) y los fondos de Robertson (Tiger y Jaguar).

Por su naturaleza, un buen fondo de cobertura debe tener un buen desempeño en todas las condiciones de mercado. Los que están muy especializados (o toman muchos riesgos) desaparecen.

El interés de los inversores esta vez se mantiene, pero se va produciendo una mayor discriminación entre los verdaderos administradores de fondos de cobertura, y los improvisados (o los 'geniales', que pueden ser aún más peligrosos). Aparece la figura del 'fondo de fondos' (fund of hedge funds),

un fondo de inversión que invierte en varios hedge funds. Esto aumenta la diversificación para los inversores, y al mismo tiempo reduce el importe que se requiere para entrar en esta forma de inversión.

Si bien no hay información estadística completa (por la menor regulación de esta actividad), en las nuevas condiciones, un poco menos agresivas en cuanto a inversiones, los fondos de cobertura pueden ser actualmente alrededor de 8.000, con activos de alrededor de un billón de dólares.

### **Los fondos de cobertura y los mercados financieros**

Algunos consideran que los hedge funds, por sus modalidades de transacción, hacen que los mercados sean un poco menos volátiles, y proporcionan liquidez a títulos que de otro modo serían más difíciles de transar.

Richard Marston piensa lo contrario: pueden introducir mayor volatilidad en los mercados, ya que muchos hedge funds siguen las mismas estrategias, y esto implica un mayor riesgo en el mercado si esas apuestas salen mal. "Hay una cantidad limitada de oportunidades de arbitraje, y los administradores tienen ideas similares acerca de ellas. No es que se comporten en manada (herd mentality) sino que cada uno está buscando ideas para las estrategias de transacción, y con frecuencia pueden encontrar todas las mismas ideas."