

CRONOLOGÍA FOTOGRÁFICA DE LAS FINANZAS

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

Volumen 3. De 1951 a 1969

Ricardo A. Fornero
Universidad Nacional de Cuyo

2007

Criterios y métodos para el análisis económico de las decisiones de inversión

En los años 1950 se producen los principales desarrollos del análisis económico de las inversiones de la empresa. En 1951 los economistas Friedrich Lutz (1901–1975) y Vera Smith Lutz (1912–1976) publican el libro *The Theory of Investment of the Firm*; y Joel Dean (1906–1980) el suyo *Capital Budgeting: Top-Management Policy on Plant*.

Ezra Solomon, en *The arithmetic of capital budgeting decisions* (Journal of Business, 1956) resume así la cuestión: “Para tomar decisiones correctas de inversiones de capital la dirección de la empresa necesita al menos tres conjuntos de información. Deben hacerse estimaciones de los requerimientos de fondos para la inversión y del flujo de fondos que promete cada proyecto propuesto. Este es un problema de ingeniería y pronóstico de mercado. Deben hacerse estimaciones de la disponibilidad y el costo de capital de la empresa. Este es un problema de análisis financiero. Finalmente, la gerencia necesita un conjunto correcto de estándares con los cuales seleccionar los proyectos que se ejecutarán, de modo que se maximice el valor actual de las ganancias económicas de los propietarios”.

Tanto Friedrich y Vera Lutz como Joel Dean consideran estos problemas de modo integrado, aplicando la teoría económica a las decisiones de inversión y de financiamiento. Sin embargo, el enfoque de cada uno es diferente.

Los Lutz (como se abreviaba la referencia en esa época) aplican la teoría del capital a las decisiones de inversión de la empresa, mientras que Joel Dean tiene orientación hacia los problemas prácticos del denominado ‘presupuesto de capital’ (capital budgeting).

El planteo de los Lutz fue objeto de diversos análisis, críticas y controversias en los años 1950, principalmente en el ámbito de la teoría económica, y prácticamente fue quedando en el olvido. En 1956, por ejemplo, Jack Hirshleifer (1925–2005) reivindica la superioridad conceptual de Irving Fisher en *On the theory of optimal investment decisions*, Journal of Political Economy.

El breve libro de Joel Dean, más orientado a los matices de la dirección de la empresa, fue durante mucho tiempo objeto de referencia acerca de este tema. Su clasificación de las inversiones por su objeto y características (reposición, ampliación, estratégicas) se mantiene como una estructura clara para la identificación de los aspectos que pueden ser más relevantes para la evaluación.

Ambos, cada uno con su estilo, ponen la inversión y el financiamiento de la empresa en términos del valor económico. Por esto, consideran que los métodos de evaluación de inversiones con criterio económico (valor actual neto y tasa de rentabilidad) son mejores que los métodos ‘simplificados’, tales como el rendimiento con criterio contable, o el período de recuperación. En esencia, es el concepto de Irving Fisher de 1906, que los Lutz buscan reducir a una fórmula de decisión (la maximización de la tasa de rentabilidad del capital propio del inversor). Para Fisher, el objetivo de la inversión es la maximización de la utilidad dentro de las oportunidades y restricciones que existan, con lo cual se llega al óptimo de las oportunidades de consumo en el tiempo.

Ambos, también, dan un lugar central en estas decisiones a la tasa de costo de capital, enfatizando los errores a que puede conducir una técnica incorrecta para su consideración en las inversiones. Pero hay significativas diferencias en el modo de considerar este aspecto.

Los Lutz aplican un criterio de costo marginal del financiamiento, considerando que la tasa de costo de oportunidad para el empresario es “la rentabilidad de la alternativa de invertir los fondos en títulos sin ‘riesgo de crédito’ (es decir, en bonos del gobierno)”. La diferencia entre esta tasa y el costo de los fondos que se contratan para la inversión se atribuyen a esa decisión. Obtienen así una regla para la decisión óptima de inversión y para el plan de financiamiento óptimo.

Joel Dean considera el costo de las fuentes según las condiciones de la política financiera, en especial el costo del capital propio, y plantea que el costo de capital para las decisiones de inversión es el costo promedio de los fondos.

En algo así como un balance de estos dos libros, se puede decir que el planteo de las decisiones empresariales que realiza Joel Dean es una de las bases de lo que después se denomina la teoría de la administración financiera (financial management); en artículos posteriores (especialmente *Measuring the productivity of capital*, publicado por Harvard Business Review en 1954), Dean reafirma esta orientación hacia los aspectos de la dirección financiera de la empresa.

Por su parte, el enfoque de los Lutz de algún modo diluye la política financiera de la empresa en un conjunto de decisiones separadas acerca de fuentes de fondos. En años posteriores deriva en la formulación de la curva de financiamiento en el tiempo. Y está presente todavía hoy en muchos planteos ‘estrictamente económicos’ de la evaluación de proyectos realizados por economistas que, tal vez sin saberlo, reproducen estas nociones financieras anteriores al desarrollo de la teoría de las finanzas de empresas.

En 1951 también se publica la versión en alemán del libro de Erich Schneider (1900–1970) donde explica el ‘cálculo de economicidad’ (*Wirtschaftlichkeitsrechnung*) de las inversiones. La primera publicación se realiza en danés en 1944 (*Investering og Rente*, Inversión e interés). En ediciones posteriores agrega el subtítulo *Theorie der Investition* (teoría de la inversión). En 1970 se publica la versión en español.

Schneider presenta el ‘valor de capital de una inversión’ (la denominación que da Irving Fisher [ficha 1906]) y la noción de Kenneth Boulding de ‘tasa de rentabilidad interna’ [ficha 1936] como criterios de evaluación económica.

Apunta que “la importancia en la decisión definitiva entre varias posibilidades de inversión de los factores irreductibles a una expresión monetaria en la decisión, y el hecho de que estos factores, muchas veces o casi siempre, son decisivos, podrían inducir a pensar que el cálculo mismo tan solo desempeña un papel subordinado y aún, eventualmente, que podría suprimirse.” Previsiblemente responde a ese presunto cuestionamiento: “nada más erróneo que tal conclusión”. “Una comparación de cálculo entre dos o más alternativas, sobre la base de sus diferencias cuantitativas y expresables monetariamente, es un eslabón imprescindible en la cadena de las consideraciones con la finalidad de llegar a aquella alternativa que debe realizarse.”

Joel Dean y la incertidumbre de la inversión

“Un dólar de ganancia estimada dentro de algunos años es mucho menos que un dólar hoy, no sólo en razón del costo del capital sino también por la incertidumbre con respecto a la exactitud de la estimación. Las condiciones futuras pueden destruir toda la renta derivada de la inversión. El avance tecnológico puede hacer que la inversión sea obsoleta y sin valor. Los cambios futuros en salarios, costos, precios y volumen pueden eliminar las ganancias estimadas.

“La consideración de la incertidumbre es necesaria porque los riesgos son asimétricos. Es posible que estos cambios económicos mejoren la rentabilidad. Pero en una economía que se ajusta por sí misma y con una tecnología dinámica, es más probable que reduzcan las ganancias. Además, la dirección de la empresa pierde más con un mal intento que lo que gana con uno bueno.

“Puede ser que se considere que los ajustes para reconocer la incertidumbre no son más que intentos de adivinación. Y quizá lo son, pero se trata de intentos que deben hacerse, y que se hacen, implícita o explícitamente. La imposibilidad de aplicar los ajustes probabilísticos no elimina el problema, sino que introduce el elemento aleatorio de forma enmascarada en otra etapa del proceso de decisión.

“Para ganar en objetividad es mejor hacer una consideración explícita de la incertidumbre en los métodos de decisión acerca de proyectos de inversión. Esa consideración puede hacerse en distintos niveles, mientras se elabora el estudio de la rentabilidad del proyecto: antes de la revisión del presupuesto final; aplicando factores correctivos a la estimación básica de la tasa de rentabilidad; en la revisión final, al aplicar el juicio general acerca de la inversión, sin modificar las ganancias estimadas, o ajustando las tasas requeridas de los proyectos en alguna forma sistemática según la incertidumbre.”

En resumen, “hay cuatro métodos para considerar la incertidumbre: el juicio informal, la aplicación de tasas de corte diferenciales, la modificación de la estimación de vida de la inversión y la modificación de la estimación mediante probabilidades aplicadas a los importes de cada año.”

1951
 1955 1963

El costo de capital promedio ponderado (weighted average cost of capital)

En 1951 Joel Dean (en *Capital Budgeting: Top-Management Policy on Plant*) plantea que el costo de capital de la empresa para la evaluación de inversiones “no depende sólo del costo de la deuda ni del costo del capital propio; depende también de la cantidad que se utiliza de cada tipo de capital”. Se refiere al costo combinado de capital, que después será descrito como el costo de capital promedio ponderado. Al estudiar las posibles ‘tasas de corte’ (hurdle rate) para las inversiones comenta: “La tasa de rentabilidad mínima debería determinarse basándose en una proyección del futuro costo promedio de capital de la empresa.”

Esta forma de considerar el costo de capital, que refleja una práctica bastante intuitiva, en esa época es objetada debido a los ajustes ad hoc que requiere frente a cambios de la estructura de capital (Ezra Solomon, *Measuring a company's cost of capital*, *Journal of Business*, 1955). Está presente en la formulación de Modigliani-Miller de 1958, y Ezra Solomon (1920–2002), en su libro de 1963 (*The Theory of Financial Management*), utiliza el costo combinado de capital propio y deuda para la evaluación de la política financiera.



Ezra Solomon

En 1963 Robert Lindsay y Arnold W. Sametz, en el libro *Financial Management: An Analytical Approach* (Irwin), retoman la noción de costo marginal del capital propio y de la deuda que plantea Ezra Solomon en 1955, y lo ubican en un esquema completo de financiamiento, opuesto al costo de capital promedio ponderado y a la perspectiva de equilibrio de Modigliani y Miller. “Nuestro análisis indica que la dirección de la empresa aprovecha toda oportunidad de utilizar un medio de financiamiento que *temporariamente* tiene un costo menor, esto es, que *altera* su estructura de capital *en camino hacia* el equilibrio”. “El financiamiento de las empresas tiene que ver con la elección de fuentes de fondos en la *trayectoria* hacia el equilibrio.”



Robert Lindsay

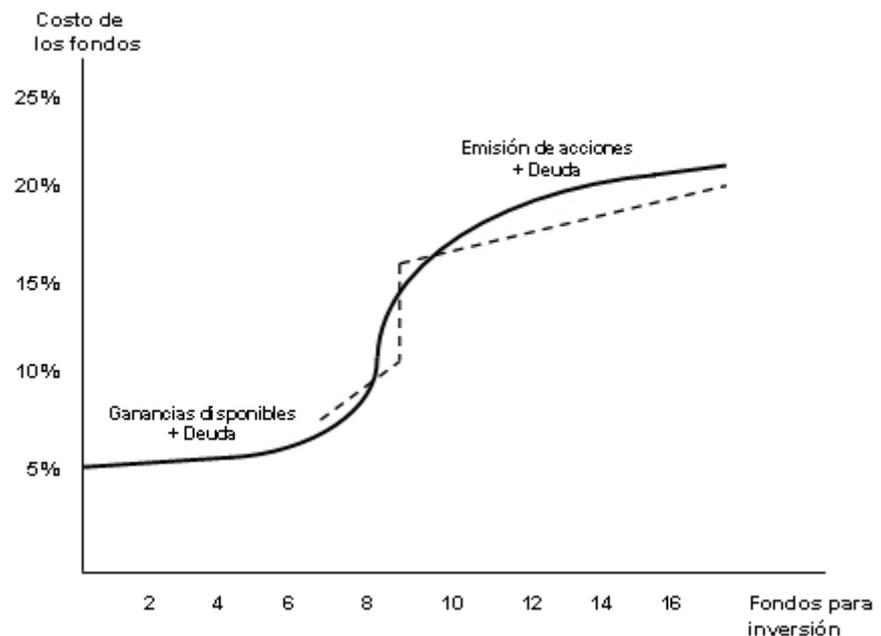
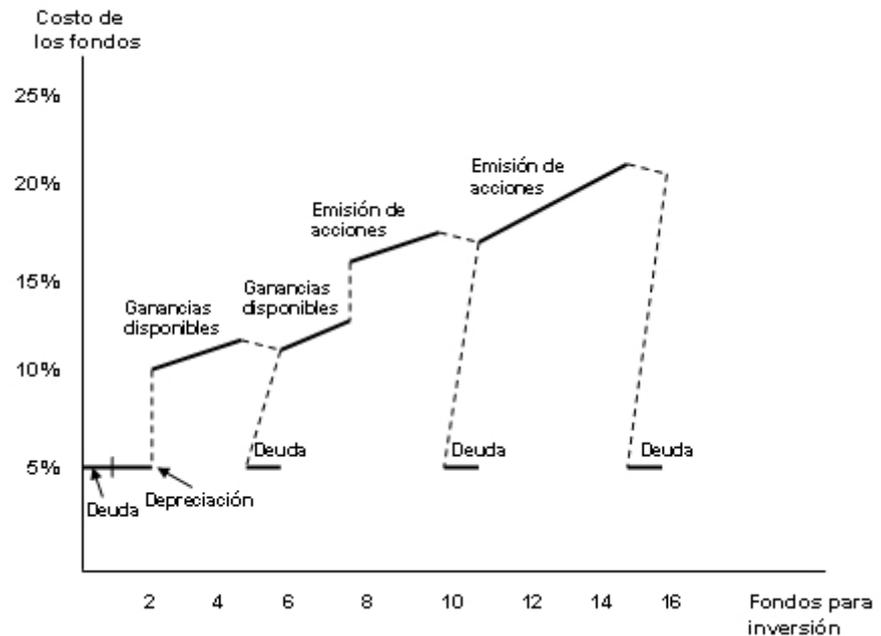
El análisis en detalle de la secuencia de utilización de las fuentes (ganancias disponibles, deuda, emisión de capital) implica una curva en forma de S que prefigura, con otros argumentos, el planteo del ‘orden de preferencia’ (pecking order) en el financiamiento que realiza Stewart Myers en 1984 [ficha 1984]. Lo cual también fue enunciado por Joel Dean en 1951, al explicar ‘las razones de la aversión al financiamiento externo’.

Secuencia en la utilización de fuentes de fondos para inversiones

Robert Lindsay y Arnold Sametz, *Financial Management*, 1963

“El costo de los fondos es gradualmente creciente, excepto cuando se produce el cambio a emisiones de acciones en vez de ganancias no distribuidas. Este cambio origina un salto en el costo del financiamiento adicional. Pero antes y después de ese salto la curva de costo tiene un aspecto aplanado, y el costo aumenta lentamente a medida que se recurre a mayor cantidad de fondos.”

“La curva suavizada resulta de reconocer los siguientes factores: 1) La primera discontinuidad vertical (entre el uso de reservas de depreciaciones y las ganancias disponibles) normalmente es más corta, porque la gerencia trata del mismo modo ambas cantidades de fondos que están disponibles internamente; 2) La segunda discontinuidad vertical (entre las ganancias no distribuidas y la emisión de nuevas acciones) se alarga porque los impuestos aumentan el costo relativo de las nuevas acciones; 3) El hecho de recurrir a deudas es más frecuente de lo que muestra el diagrama, debido a que los intereses son deducibles del impuesto a las ganancias y a que la autoridad gubernamental de tiempo en tiempo reduce las tasas de interés.”



David Durand y el objetivo empresarial de maximizar la riqueza de los propietarios

Si bien Irving Fisher explica detalladamente en 1930 el criterio de valor de la inversión empresarial, en los años siguientes la teoría económica de la empresa seguía enfatizando que la versión del hombre de negocios del ‘mejor interés económico’ es la maximización de la ganancia.

En una presentación en la Conference on Research in Business Finance de 1952, del National Bureau of Economic Research (NBER), *Costs of debt and equity funds for business: Trends and problems of measurement*, David Durand (1913–1996), profesor de MIT, formula explícitamente lo que después se denomina como ‘el objetivo financiero de la empresa’: “En lugar de aceptar el enunciado habitual de que el interés del hombre de negocios es maximizar su ganancia este ensayo considera la propuesta alternativa de que el hombre de negocios trataría de maximizar su riqueza. Esta alternativa tiene la ventaja de una mayor flexibilidad, y por eso permite evitar los errores que pueden resultar de forzar el principio de la maximización de la ganancia en situaciones en que es estrictamente inaplicable.”

Este criterio de optimización se adopta en el desarrollo de la teoría de las finanzas de empresas durante los años 1950. Actualmente todavía se expone la argumentación acerca de sus ventajas con respecto al criterio de ‘maximización de la ganancia’ en forma parecida a la explicación de Durand.

David Durand procura dar respuesta a las primeras cuestiones del efecto del financiamiento en el valor de la empresa. Para eso sistematiza los dos enfoques extremos del valor de las acciones: el de la ganancia operativa (net operating income, NOI) y el de la ganancia neta (net income). En 1958 Modigliani y Miller plantean las condiciones económicas para la validez del primero de estos enfoques.

Durand considera a las finanzas con una perspectiva de comprensión y aplicación: “aún si logramos una definición satisfactoria del costo de capital y de la teoría básica subyacente, los problemas prácticos de las medidas reales siguen siendo enormes”. En la controversia acerca del planteo de Modigliani y Miller comenta: “ellos se han asignado a sí mismos la tarea, extremadamente difícil, si no imposible, de ser puros y prácticos al mismo tiempo”.

1952

1959

Conducta del inversor racional: Teoría de la cartera de Harry Markowitz

Harry M. Markowitz (1927– , Premio Nobel de Economía 1990) cuenta que “llegué a los conceptos básicos de la teoría de la cartera una tarde en la biblioteca, mientras leía *Theory of Investment Value* de John Burr Williams. Él proponía que el valor de una acción debería ser igual al valor actual de sus dividendos futuros. Puesto que los dividendos futuros son inciertos, interpretaba que la propuesta de Williams era valorar una acción según los dividendos futuros esperados. Pero si el inversor está interesado sólo en el valor esperado de los títulos, también debería estar interesado sólo en el valor esperado de una cartera de títulos; y para maximizar el valor esperado de una cartera uno necesita invertir sólo en un título. Esto no era el modo en que los inversores actúan. Los inversores diversifican porque están preocupados por el riesgo tanto como por el rendimiento. La variancia me vino a la mente como una medida de riesgo. El hecho de que la variancia de la cartera depende de las covariancias de los títulos hizo que el enfoque me pareciera plausible. Si hay dos criterios, riesgo y rendimiento, era natural suponer que los inversores realizan su selección en el conjunto de combinaciones riesgo–rendimiento que cumplen el óptimo de Pareto.”



Harry Markowitz

La selección de la cartera es una aplicación tanto de la noción de valuación fundamental basada en expectativas como de la teoría de la utilidad esperada de von Neumann y Morgenstern: es el modelo de la conducta de un inversor racional.

Markowitz formula la teoría de la selección óptima de cartera como un balance (trade-off) entre riesgo y rendimiento, dando una expresión formal a la idea de que la diversificación de cartera es un método para reducir el riesgo. Publica dos artículos en 1952 con este planteo: *The utility of wealth* (Journal of Political Economy) y *Portfolio selection* (Journal of Finance).

Si bien éste es el punto de partida de la teoría moderna de la cartera (Modern Portfolio Theory) la referencia habitual es el libro *Portfolio Selection: Efficient diversification of investments*, publicado en 1959 por Wiley, en el que amplía y aclara operativamente la formulación inicial.

Markowitz se doctora en Chicago con esta tesis acerca de la conducta en condiciones de incertidumbre. En su conferencia Nobel de 1990 recuerda: “Cuando defendí mi tesis el profesor Milton Friedman dijo que la teoría de la cartera no era Economía sino Psicología, y que no podían darme un Ph.D. en Economía por una tesis que no caía en el campo de la Economía. Supongo que fue medio en broma, ya que recibí el grado sin un largo debate. Por el mérito de sus argumentos estoy dispuesto a conceder ese punto: en aquel momento la teoría de la cartera no era parte de la Economía. Ahora sí lo es.”



Harry Markowitz

1952

1785 1959 1970 1975 1977

'Safety first' de Andrew Roy, el 'principio de certitude' de Condorcet, y las medidas de downside risk

Andrew D. Roy, en un artículo de 1952, *Safety first and the holding of assets* (publicado por *Econometrica*) plantea que un inversor no considera práctico la maximización de la utilidad esperada, porque es muy difícil explicitar esa función.

Para un inversor el elemento principal de decisión es mantener el capital; por tanto, piensa que es aceptable un rendimiento que, aunque pequeño, asegura mantener el capital.

Roy sostiene que en la práctica las decisiones de la cartera de inversiones buscan más evitar un desastre financiero para el inversor que realizar ajustes marginales que balanceen el rendimiento esperado y el riesgo. Considera que el rendimiento mínimo aceptable es el que evita una situación de desastre (disaster level), y así formula la técnica de 'primero la seguridad' (safety first).

Un inversor prefiere la inversión con la probabilidad más pequeña de estar por debajo del rendimiento que estipula como de 'desastre' (d). El inversor maximiza el coeficiente de recompensa a variabilidad, $\frac{r-d}{\sigma}$. Con rendimiento r y variabilidad σ de una cartera, se elige

la combinación con la menor probabilidad de que esté por debajo del nivel crítico, d .

El criterio de Roy implica decidir dentro un conjunto de oportunidades de inversión eficiente, pero el criterio de selección es la maximización del coeficiente 'reward to variability'. Si los rendimientos se distribuyen de modo normal, es lo mismo que minimizar la probabilidad de que el rendimiento de la inversión esté por debajo del nivel d . Pero Roy no introduce explícitamente la noción de conjunto eficiente de inversión, que es el elemento más importante en el modelo de Markowitz.

El coeficiente de Roy es similar al que después se denominará 'coeficiente de Sharpe' [ficha 1966]. Markowitz reconoce la importancia de esta noción al incluir el criterio de la semivariancia negativa en su libro de 1959, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. Además, el planteo de Roy es el que subyace en las técnicas de valor en riesgo (value at risk, VaR) [ficha 1993].

Mark Rubinstein comenta que "Roy es el primer investigador que escribe en idioma inglés y que enfatiza la asimetría de preferencia entre los resultados positivos y negativos" (upside downside).



Condorcet

Es una afirmación hecha con cuidado (por lo de "que escribe en idioma inglés"), ya que el filósofo y matemático francés Condorcet (1743–1794) [Marie-Antoine-Jean-Nicolas Caritat, marquis de Condorcet] analiza detalladamente la 'certitude morale' (ahora se diría, 'certidumbre subjetiva') en 1785 (*Discours sur l'astronomie et le calcul des probabilités*). Afirma que el hombre de negocios considera en sus decisiones la probabilidad de que pueda obtener con su actividad la ganancia normal, o bien la de no perder más que una determinada suma, o bien la de perder todo.

El riesgo inherente a la actividad económica, entonces, tiene tres niveles: ‘haber trabajado por nada’, ‘perder una suma considerable’ y ‘caer en la ruina’. A partir de esto elabora una ‘théorie des seuils’, lo que puede considerarse un enfoque del ‘umbral de desastre’ (disaster threshold).

Si algunos dicen que, ‘injustamente’, Andrew Roy no es muy conocido pese a que formuló una caracterización muy importante del riesgo a considerar en las finanzas, ¿qué queda para decir de Condorcet, a quien no tienen en cuenta ni siquiera esos reivindicadores?

De la semivariancia negativa al momento parcial inferior

Markowitz, en 1959, plantea dos medidas de desvío negativo (downside risk): la semivariancia con respecto al rendimiento medio y la semivariancia con respecto a un rendimiento al que se apunta (‘objetivo’, target).

Para N rendimientos observados R_j la semivariancia es $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \max[0, (D - R_j)]^2$,

donde D puede ser el rendimiento medio (semivariancia por debajo de la media, below-mean semivariance) o un rendimiento que se considera como objetivo (semivariancia menor que un objetivo, below-target semivariance).

Ambas medidas pueden ser relevantes para la evaluación de inversiones.

En 1970 James Mao, en el desarrollo de sus estudios acerca de la aplicación de métodos cuantitativos en las finanzas de empresas, plantea argumentos formales para la utilización de medidas basadas en los desvíos negativos. El artículo *Models of capital budgeting, E-V vs. E-S*, publicado en 1970 por *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, es posterior al libro *Quantitative Analysis of Financial Decisions* (publicado en 1969 por Macmillan), donde no considera el tema (si bien comenta la importancia del criterio de Andrew Roy).

A mediados de los años 1970 se produce un salto cualitativo en el modo de considerar, en la selección de carteras, la tolerancia al riesgo del inversor. Vijay Bawa, en el artículo *Optimal rules for ordering uncertain prospects* (*Journal of Financial Economics*, 1975), define el momento parcial inferior (lower partial moment, LPM) como una forma general de medidas de riesgo según los desvíos negativos. En lugar de considerar el cuadrado de los desvíos, como en la semivariancia, Bawa introduce un coeficiente de tolerancia al riesgo, A . LPM es $\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \max[0, (D - R_j)]^A$.

Bawa considera tres valores de A (0, 1 y 2). Si $A = 0$ la medida es de la probabilidad de rendimiento por debajo de D (considerado como el rendimiento objetivo). Si $A = 1$ el comportamiento del inversor es de indiferencia frente al riesgo. Y $A = 2$ implica que la medida de riesgo relevante para el inversor es la semivariancia negativa.

Peter Fishburn, en 1977, extiende el rango de la medida de tolerancia al riesgo a cualquier valor positivo (en *Mean-risk analysis with risk associated with below-target*, *American Economic Review*), y demuestra que todos ellos implican dominio estocástico. Los valores de A menores que uno implican una conducta de búsqueda de riesgo,

y los mayores que 1 una conducta de aversión al riesgo. Mientras más alto es A, mayor es la aversión al riesgo.

David Nawrocky comenta: “El momento parcial inferior representa el rango entero de conducta humana frente al riesgo. Es análogo al desarrollo de Mandelbrot de la geometría fractal, que elimina la limitación de la geometría tradicional a dimensiones enteras (1, 2, 3 dimensiones). Con la geometría fractal se puede explorar la dimensión 2,35 o la dimensión 1,72. (...) Del mismo modo, el momento parcial inferior elimina la limitación de un solo coeficiente de aversión al riesgo, de 2,0, que es la semivariancia. Si nos interesa explorar el efecto de un coeficiente de aversión al riesgo de 1,68, o de 2,79, o bien un coeficiente de búsqueda de riesgo de 0,81, eso es posible con el momento parcial inferior.”

1952
1942

Las reglas de la inmunización: Efecto de duración y convexidad de una cartera de bonos

Las reglas de inmunización para proteger el rendimiento de una cartera de bonos (renta fija, fixed income) frente a cambios en los niveles de la tasa de interés fueron formuladas en 1952 por Frank Mitchell Redington (1906–1984), un actuario inglés, en el artículo *Review of the principles of life-office valuations* (publicado por Journal of the Institute of Actuaries).

De las numerosas publicaciones de Redington ésta fue la única que recibió una importante atención fuera de la comunidad de los actuarios.

Siguiendo la tradición actuarial de utilizar series para resolver problemas de valuación, Redington aplica la expansión de las series de Taylor de la función de valor para un fondo de ‘excedente cero’.

Las condiciones de una ‘política satisfactoria de inmunización’ especifican que en la serie de Taylor la primera derivada sea cero (lo cual implica igual duración de activos y compromisos) y que la segunda derivada sea positiva (es decir, que la convexidad de los activos sea mayor que la convexidad de los compromisos). Con estas dos condiciones el excedente del fondo estará ‘inmunizado’ frente a cambios instantáneos en el nivel de la tasa de interés.

Por la forma de plantear el problema, Redington no establece la inmunización en términos de duraciones y convexidades, sino que utiliza ‘término medio’ y ‘diferencia sobre el valor medio’.



F.M. Redington

La formulación del problema de inmunización con la diferencia entre activos y compromisos fue realizada en 1942 por Tjalling Koopmans (1910–1986), y también fue planteada en 1945 por Paul Samuelson (1915–).

Pero Redington realiza el planteo completo del problema: introduce explícitamente el excedente, analiza la solución con series de Taylor, y reconoce la condición de convexidad para asegurar la inmunización. Y, lo que es también importante, a diferencia de Koopmans y Samuelson, utiliza el término ‘inmunización’.



Tjalling Koopmans

También reconoce las ‘complicaciones prácticas’ para implementar las condiciones. Por ejemplo, señala la dificultad de relacionar los rendimientos de los activos con alguna tasa de interés para valuar los compromisos: los rendimientos no son uniformes ni las diferencias son estables en el tiempo. También considera que el rango de fechas de rescate complica bastante la solución: las opciones, sea en activos o en compromisos, pueden ser puntos de peligro importantes. Y que hay activos cuyos ingresos, o plazos, o ambos, son indeterminados, lo cual hace difícil interpretar en la práctica las condiciones de la teoría.



Paul Samuelson

La programación dinámica

En 1952 Richard Bellman (1920–1984) realiza la primera publicación referida a la programación dinámica, y en 1953 publica el libro *An Introduction to the Theory of Dynamic Programming* (RAND Corporation).



Richard Bellman

Desde 1949 Bellman comienza a trabajar en problemas de procesos de decisión con varias etapas, considerando el tiempo mínimo de trayectoria de una partícula que puede tomar uno de dos estados, con determinada probabilidad. Un año después trabaja un tiempo en Princeton, en el proyecto de la bomba H.

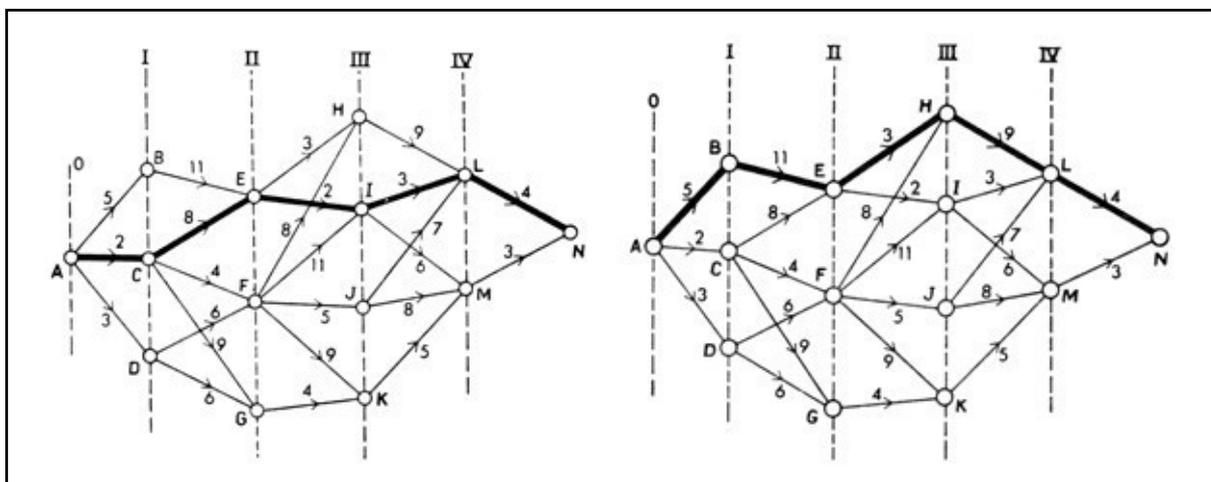
Nuevamente en RAND, trabaja en la primera formulación (1952), y procura introducir condiciones más realistas. Considera los problemas de decisión con secuencias de Markov, para tratar los procesos de control estocástico, y en 1957 publica el libro *Dynamic Programming*, con el denominado ‘teorema de Bellman’:

Richard Bellman publica una cantidad bastante asombrosa de estudios: se han podido inventariar 621 artículos y 41 libros. Tan sólo en los años 1950 publica 100 artículos. Muere en 1984 como consecuencia de un cáncer en el cerebro.

Una política [puede decirse ‘trayectoria’] óptima sólo puede estar formada por subpolíticas [subtrayectorias] óptimas.

Bellman enuncia esto bajo la forma de un principio general: “Una política [trayectoria] es óptima si en un período [puede decirse ‘fase’] dado, cualesquiera que sean las decisiones precedentes, las decisiones que queden por tomar constituyen una política óptima teniendo en cuenta los resultados de las decisiones precedentes.”

Redes y políticas



1952
1957 1960 1964

Lotfi Zadeh, quien desarrolla la lógica difusa en los años 1960 [ficha 1965], señala que la programación dinámica es para la computación lo que es la penicilina para la medicina.



Richard Bellman

Aplicaciones de la programación dinámica en problemas de finanzas

En 1960 David W. Miller (1923–) y Martin K. Starr (1927–) realizan la primera aplicación a temas de finanzas. En el libro *Executive Decisions and Operations Research* utilizan la programación dinámica para determinar el financiamiento interno que, en función de la generación de fondos, maximiza el valor de los dividendos.

En 1964 Joel Cord (en el artículo *A method for allocating funds to investment projects when returns are subject to uncertainty*, publicado por *Management Science*) utiliza la programación dinámica para la selección de proyectos de inversión, considerando condiciones referidas a la inversión en cada período y la variancia media del rendimiento.

1953
 1963 1971

Incertidumbre acerca de uno mismo y de los demás: Arrow securities y moral hazard

Dos desarrollos de Kenneth J. Arrow (1921– , Premio Nobel de Economía 1972) son muy importantes en la teoría financiera. En un artículo de 1953 (*The role of securities in the optimal allocation of risk-bearing*, publicado en francés en *Économetric*, y en inglés en 1964) plantea que un procedimiento simple para incluir la incertidumbre en un contexto de equilibrio general es considerar mercados para bienes ‘contingentes a estado’ (state-contingent commodities).

Pero un conjunto completo de mercados contingentes a estado es poco realista. Por eso propone los que se denominaron ‘títulos de Arrow’ (Arrow securities, que después de la formulación de Gérard Debreu en 1959 también se denominan ‘títulos Arrow-Debreu’),

Estos son títulos ‘puros’ que pagan una unidad de cuenta en un estado particular y nada en los otros. Para establecer la asignación óptima de riesgo un conjunto de estos títulos reemplaza un conjunto mucho más grande de mercados de bienes contingentes a estado.

El modelo de preferencias por estados y de títulos puros es la base para establecer las condiciones en que un mercado financiero es completo y, de ahí, cuáles son los precios de los títulos en condiciones de equilibrio. Una derivación de esto es la valuación en condiciones de neutralidad frente al riesgo (risk-neutral valuation) que se plantea en los años 1970 [fichas 1968 y 1976].



Kenneth Arrow

En 1963 Arrow estudia el efecto de la incertidumbre en los seguros de salud (*Uncertainty and the welfare economics of medical care*); introduce el concepto de riesgo moral (moral hazard) en la economía y, con eso, funda la teoría económica de la información.

En conferencias posteriores (publicadas en 1971 como *Essays in the Theory of Risk-Bearing*) amplía la consideración de la información asimétrica. Sus nociones de acción oculta y de información oculta (hidden action, hidden information) se conocen ahora como riesgo moral (moral hazard) y selección adversa (adverse selection).

La distinción analítica y en términos de información entre la incertidumbre acerca del ambiente y la incertidumbre acerca de las acciones de los otros tiene un papel fundamental en el desarrollo de la teoría económica y financiera.

Al recibir el premio Nobel, en 1972, señala que nuestro conocimiento es siempre incompleto (“viene en nubes de vaguedad”), y que debemos prepararnos mejor para el riesgo, aceptando su potencial como estimulante y como penalidad.



Kenneth Arrow

1954

1958 1963 1966

Solución con números enteros de un problema de programación lineal

Desde 1954 se desarrollan técnicas de computación para algunos problemas de programación que requieren una solución con números enteros (no fraccionarios).

En 1958, Ralph Gomory (1929–) plantea (en el artículo *Outline of an algorithm for integer solutions to linear programs*, publicado por Bulletin of the American Mathematical Society) una técnica sistemática de computación para obtener soluciones enteras trabajando con el método de plano de corte (cutting plane) que habían planteado Dantzig, Fulkerson y Jonson en 1954. Gomory termina el desarrollo en 1960; la versión completa se publica en 1963 en el capítulo *An algorithm for integer solutions to linear programs*, de *Recent Advances in Mathematical Programming*.



Ralph Gomory

La programación con enteros, a diferencia de la programación lineal, puede aplicarse a cualquier tipo de problema. Pero esta característica es también su debilidad: no hay un método que permita obtener soluciones en cualquier situación.

Ralph Gomory desarrolla su método mientras trabaja en Princeton. Al año siguiente ingresa como matemático a IBM, donde permanece hasta 1989. Allí completa el desarrollo de ese método, que es utilizado en las aplicaciones hasta que, en 1966, E.L.Lawler y M.D.Bell desarrollan el método de enumeración parcial (en el artículo *A method for solving discrete optimization problems*, publicado por Operations Research).



M. Weintgartner

A diferencia del método de Gomory, que puede no converger a una solución entera después de una gran cantidad de iteraciones, el método de enumeración parcial es mucho más eficiente (menor cantidad de iteraciones) y garantiza una solución con enteros.

En 1963 H. Martin Weintgartner, en su libro *Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems*, aplica el algoritmo de Gomory para resolver los problemas de Lorie y Savage de indivisibilidad y dependencia de proyectos [ficha 1955].

1955
 1957 1963 1965

Lorie y Savage: 'Tres problemas' de la evaluación de inversiones con racionamiento de capital

A principios de los años 1950 se afirmaba con entusiasmo que técnicas de decisión tales como el valor actual neto y la tasa interna de rentabilidad permitían introducir racionalidad automática en el proceso de evaluación de inversiones. James H. Lorie (1922–2005) y Leonard J. Savage (1917–1971) enuncian las limitaciones formales de esas medidas de conveniencia económica, especialmente en las situaciones de 'racionamiento de capital'. El artículo *Three problems in rationing capital* es publicado por Journal of Business en 1955.

Los *tres problemas* de Lorie y Savage originan, durante varios años, estudios para resolver el modo en que debían aplicarse esas medidas para representar las situaciones de negocios más complejas (más allá de las soluciones de aproximación propuestas por Lorie y Savage).

Primer problema: La tasa interna de rentabilidad de un proyecto de inversión no siempre es una medida significativa de la rentabilidad. Lorie y Savage plantean el caso de proyectos con 'varias TIR'; para los conceptos existentes, la medida de rentabilidad se hace ambigua.

Segundo problema: Cuando hay racionamiento de fondos, la selección de proyectos en orden descendente según el valor actual neto (o la tasa interna de rentabilidad), hasta que se agotan los fondos disponibles, no implica necesariamente la combinación óptima de proyectos a ejecutar, si los proyectos son indivisibles.

Tercer problema: El método de ordenamiento según VAN o TIR descendente no lleva necesariamente a la mejor combinación de proyectos si existen dependencias entre ellos (que afectan la rentabilidad conjunta).

El primer problema tuvo un comienzo de solución en 1956, cuando Ezra Solomon (1920–2002) explicita el supuesto de la tasa de reinversión de los fondos periódicos de un proyecto (en el artículo *The arithmetic of capital budgeting*), pero el significado de las inversiones con esa propiedad sólo se dilucida en 1965. En dos artículos publicados en Management Science, Daniel Teichrow (1925–2003), Alexander Robichek (1925–1978) y Michael Montalbano plantean que esos proyectos son realmente una mezcla de inversión y financiamiento (*An analysis of criteria for investment and financing decisions under certainty y Mathematical analysis of rates of return under uncertainty*).

En esa situación existe una relación entre la rentabilidad del proyecto como inversión y el costo del préstamo implícito. Estas inversiones se denominan 'mixtas', y su propiedad es que no tienen una tasa interna de rentabilidad, si ésta se define como una rentabilidad que puede calcularse con independencia del costo de capital.



James Lorie



L.J. Savage

En 1957 se formula la primera aplicación de la programación lineal a los proyectos de inversión [ficha 1947]. Con esta técnica puede realizarse la evaluación de los proyectos indivisibles (el segundo problema de Lorie y Savage) aplicando el algoritmo de optimización no a cada proyecto, sino a todas las combinaciones posibles de proyectos (que no sean mutuamente excluyentes). Es un modo de solución, si bien bastante engorroso.

En 1963 H. Martin Weintgartner, en su libro *Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems*, proporciona la solución de los problemas de indivisibilidad y dependencia de Lorie y Savage mediante la programación lineal con enteros (con el algoritmo de Ralph Gomory, método de plano de corte). Unos años después, en 1966, se desarrolla un método más eficiente para resolver programas con enteros [ficha 1954].

Si bien estos métodos de optimización dan soluciones más exactas, es interesante recordar el comentario de Lorie y Savage acerca de las técnicas más simples que ellos utilizan para tratar la indivisibilidad: “En las empresas grandes la mayoría de las propuestas de inversión son una proporción pequeña del presupuesto total de capital, y los problemas creados por la indivisibilidad pueden dejarse de lado con un costo insignificante, especialmente cuando se tiene en cuenta la imprecisión en las estimaciones de ganancia. Cuando un proyecto representa una proporción importante del presupuesto de capital el problema de la indivisibilidad puede ser más importante, aunque no necesariamente difícil de resolver.”

1955
1956 1963 1966

La programación cuadrática

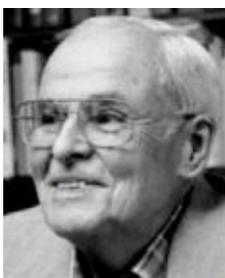
Entre 1955 y 1957 se desarrollan técnicas de computación para resolver problemas de programación cuadrática. Un problema de este tipo es un problema de programación no lineal que tiene restricciones lineales y una función objetivo que es la suma de una forma lineal y una forma cuadrática.



Harold Kuhn

El tratamiento de esta solución se basa en el planteo que hacen Harold W. Kuhn y Albert W. Tucker en 1951. En *Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (en el artículo *Nonlinear programming*) presentan las condiciones necesarias y suficientes para soluciones óptimas de problemas de programación, con lo cual se inicia el desarrollo de la programación no lineal.

Los primeros desarrollos de programación cuadrática fueron de E.M.L.Beale, M. Frank y P. Wolfe, H. Markowitz, C. Hildreth, y H. Houthakker.



Albert Tucker

La determinación de la cartera óptima en la teoría de selección de carteras de títulos de Markowitz implica un problema de programación cuadrática. En 1956 Harry Markowitz plantea formalmente el problema en *The optimization of a quadratic function subject to linear constraints* (publicado por *Naval Research Logistics Quarterly*); es el primer paso para operativizar la selección de cartera cuyos principios había formulado en 1952.



Harry Markowitz

La aplicación de programación cuadrática a proyectos de inversión se plantea inicialmente en el artículo de S. Reiter *Choosing an investment program among interdependent projects* (publicado en 1963 por *Review of Economic Studies*).

En 1966, en el artículo *Capital budgeting of interrelated projects: Survey and synthesis*, publicado por *Management Science*, H. Martin Weingartner aplica programación cuadrática con enteros a proyectos de inversión, aplicando una lógica de cartera de proyectos. Utiliza el método de equivalente cierto; se eligen las inversiones según el valor esperado y la variancia de los VAN combinados. Weingartner comenta que, en pruebas que realizó, el método de Gomory de plano de corte puede que no converja a una solución entera después de una gran cantidad de iteraciones.



M. Weingartner

1956

El crecimiento en la valuación con flujo de fondos actualizado: Modelo de Gordon y Shapiro

En 1956 *Management Science* publica un artículo de Myron J. Gordon (1920–) y Eli Shapiro, *Capital equipment analysis: The required rate of profit*, en el que se completa el análisis del modelo de valuación con crecimiento.

La valuación fundamental planteada por John Burr Williams [ficha 1938] consiste en la actualización de los dividendos futuros. Gordon y Shapiro consideran que los modelos que desarrolla J.B. Williams para incluir en la valuación las expectativas de crecimiento de los dividendos son muy complicados, “de modo que el problema del crecimiento permanece entre los fenómenos que se consideran cualitativamente”.



Myron Gordon

Plantean una forma de cuantificar el posible crecimiento, en función de la proporción de ganancia que no se distribuye (b) y del rendimiento de la inversión de esos fondos (r), medido como el rendimiento sobre el patrimonio (contable) de la empresa. De este modo, la tasa de crecimiento de los dividendos es $g = b r$ (al igual que J.B. Williams, utilizan la letra g por *growth*).

Gordon y Shapiro procuran estimar la tasa de rendimiento requerido del capital (k) según el precio de las acciones. Para la solución analítica consideran que el precio (P_0) refleja un valor con dividendos (D) y actualización continua:

$$P_0 = \int_0^{\infty} D_t e^{-kt} dt = \int_0^{\infty} D_0 e^{gt} e^{-kt} dt = D_0 \int_0^{\infty} e^{-t(k-g)} dt = \frac{D_0}{k-g}$$

De esto resulta la expresión de la tasa de rendimiento requerido en función del rendimiento en dividendos y el crecimiento estimado (en función de reinversión y rendimiento):

$$k = \frac{\text{DIV}}{P} + g$$

El modelo de valuación con dividendos actualizados queda formulado en 1962 con las diferentes variantes que se utilizan hasta ahora, en el texto de Myron Gordon *The Investing, Financing, and Valuation of the Corporation* (publicado por Irwin).

La política de dividendos de la empresa: El estudio de Lintner

El primer estudio empírico sistemático de la política de dividendos de las empresas se realiza en 1956. *American Economic Review* publica el artículo de John Lintner (1922–1983), *Distribution of incomes of corporations among dividends, retained earnings, and taxes*, en el que informa los resultados de su análisis de los factores que parecen influir en las decisiones sobre dividendos.

Lintner selecciona las empresas para el estudio en profundidad considerando la información de 600 empresas en el período 1945/1953. Evalúa las características del desempeño según quince factores que en la literatura se consideraban asociados con la política de dividendos (tales como un nivel alto de inversiones, grado del uso de financiamiento externo, nivel y estabilidad de las ganancias, frecuencia de cambio en la proporción de ganancias que se distribuye como dividendos, proporción del capital en poder de la dirección o de grupos de control).

El estudio se realiza con 28 empresas, utilizando información cuantitativa y mediante entrevistas a los directivos. Específicamente Lintner explica que “las empresas no se seleccionaron como una muestra para obtener conclusiones estadísticas; fueron deliberadamente seleccionadas para tener una amplia variedad de situaciones, y así determinar los contrastes significativos entre las políticas de dividendos de empresas que son similares en algunos aspectos y diferentes en otros”.

En el estudio observa que “la variable dependiente en el proceso de decisión [de dividendos] es el cambio en la tasa existente de distribución, y no la magnitud de esa tasa en sí misma”. Determina que un criterio de decisión muy importante es la estabilidad de los dividendos, en especial se procura evitar su disminución. Observa que, a diferencia de algunos enunciados teóricos, la política de dividendos no es ‘residual’ con respecto a las oportunidades de inversión y financiamiento de la empresa, sino que es una variable activa de decisión: los directivos consideran que los dividendos estables evitan reacciones negativas de los inversores. Por eso los dividendos son una función de las ganancias actuales y pasadas, y de los cambios estimados en las ganancias.

“La mayoría de los directivos procuran evitar que un cambio en la tasa de dividendo deba revertirse al año siguiente. Este esfuerzo por evitar cambios erráticos en las tasas de distribución resulta en el desarrollo de pautas razonablemente consistentes para las decisiones de dividendos.” Lintner detecta una política de ‘adaptación parcial’ a los cambios en las ganancias.

Numerosos estudios posteriores, hasta fecha reciente, han corroborado la importancia de los factores identificados por Lintner como determinantes de la política de dividendos. George Frankfurter y Bob Wood, en su extensa revisión de los estudios de la política de dividendos (*Dividend policy theories and their empirical tests*, *International Review of Financial Analysis*, 2002), comentan: “La perspectiva gerencial de la política de dividendos se mantiene esencialmente sin cambios, 40 años después del estudio de Lintner: los pagos de dividendos buscan responder a la expectativa de los accionistas de un cierto crecimiento de

los dividendos, y los directivos creen que los pagos de dividendos son necesarios para mantener o aumentar el precio de la acción, y atraer nuevos inversores. La política de dividendos se determina utilizando criterios tales como la sostenibilidad, la rentabilidad actual de la empresa, las expectativas de futuros flujos de fondos, y las normas del sector.”

En 1976 Fischer Black (*The dividend puzzle*, Journal of Portfolio Management) plantea que “la política casi universal de pagar dividendos es el enigma primario de la economía de las finanzas de empresas”, si se consideran sólo los factores relacionados simplemente con las oportunidades de inversión de la empresa y de los accionistas. Con su expresión referida a la política de dividendos Fischer Black inicia la práctica de denominar ‘enigma’ a algunas cuestiones inexplicables a la luz de la teoría existente. Con el tiempo se han identificado muchos de tales ‘puzzles’ en las finanzas.

John Lintner detecta que la política de dividendos está influida por factores de conducta y socioeconómicos, que influyen en las perspectivas de los directivos y de los accionistas. Se aleja de las teorías simplistas de la época, como unos años después haría Gordon Donaldson con la política de financiamiento [ficha 1961]. Y estudia los elementos de profunda racionalidad que caracterizan a esas decisiones complejas, que a primera vista pueden parecer sólo un producto de modas predominantes o de la inercia de las prácticas empresariales.

John V. Lintner (1922–1983) (la ‘V’ es por Virgil) tiene una importante participación en el desarrollo de la teoría de las finanzas de empresas, en los años 1950 y 1960.

A principios de los años 1960, en una serie de artículos analiza la política de financiamiento y el costo de capital: *Dividends, earnings, leverage, stock prices and the supply of capital to corporations* (Review of Economics and Statistics, 1962), *The cost of capital and optimal financing of corporation growth* (Journal of Finance, 1963) y *Optimal dividends and corporate growth under uncertainty* (Quarterly Journal of Economics, 1964).

En ellos considera que “la proliferación de escritos acerca de estos temas en la última década ha resultado en una oleada de prescripciones inconsistentes y mutuamente contradictorias”. Los estudios empíricos muestran que las decisiones de financiamiento e inversión de la empresa “están influidas fuertemente por lineamientos básicos o valores objetivo (target) de pago de dividendos, coeficiente deuda/capital, tamaño relativo y rentabilidad de las inversiones, etc., que reflejan esencialmente consideraciones de largo plazo”. Estudia cómo deben seleccionarse esos niveles estables, en condiciones dinámicas y realistas, y considerando que el objetivo relacionado con el interés de los accionistas apunta más allá del ‘ruido’ que afecta al precio de las acciones en cada momento.

En 1965 desarrolla un modelo de valoración de títulos en equilibrio, por lo que el denominado CAPM suele mencionarse como el modelo de Sharpe y Lintner [ficha 1963].

Lintner realiza también un estudio muy conocido acerca de las carteras de títulos y futuros. En un artículo de 1983, *The potential role of managed futures accounts in portfolios of stocks and bonds* (Financial Analysts Journal), analiza el desempeño, en

términos de rendimiento-riesgo, de carteras con futuros, y observa que el desempeño es mejor, en comparación con carteras formadas sólo por acciones y bonos; y que la correlación es “sorprendentemente baja”.

Concluye que “las carteras combinadas de acciones que incluyen inversiones juiciosas en cuentas de futuros muestran un riesgo sustancialmente menor, a cada nivel de rendimiento esperado, que las carteras formadas sólo por acciones, o por acciones y bonos”.

Esta conclusión, todavía ahora, se menciona como una prueba de la utilidad de esa forma de manejar las carteras de inversión. Por eso Lintner es bastante popular entre quienes se dedican a la administración de esas cuentas.

1957

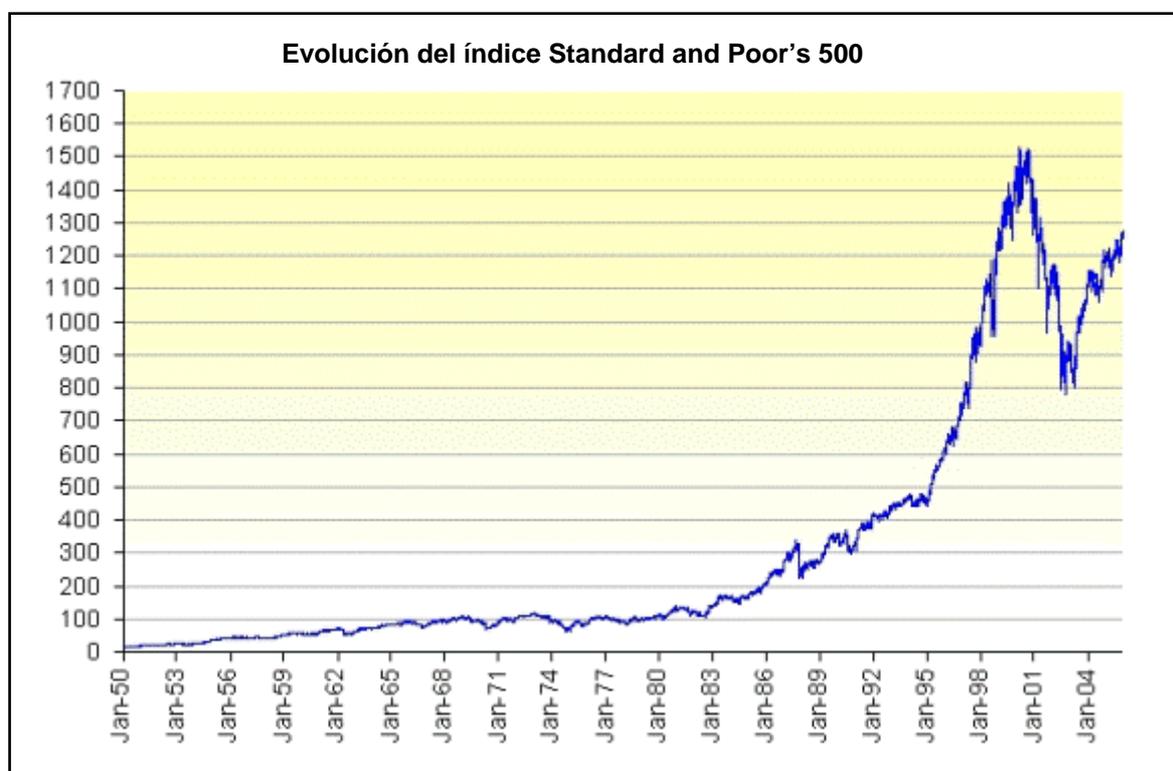
Standard and Poor's 500, el indicador de la 'cartera de mercado'

El 4 de marzo de 1957 Standard & Poor's inicia la publicación del índice de 500 acciones. Se basa en los índices previos que elabora la firma, y utiliza acciones que cotizan en New York Stock Exchange (NYSE), American Stock Exchange (AMEX), y NASDAQ National Market System. Las empresas se seleccionan por su tamaño, en términos de valor de mercado, ventas o ganancias. No necesariamente integran el índice sólo las empresas más grandes, ya que se procura mantener un conjunto que sea representativo de la economía.

Inicialmente está formado por 425 empresas comerciales e industriales, 60 empresas de servicios públicos y 15 de ferrocarriles. En 1976 la composición cambia: 400 empresas comerciales e industriales, 40 de servicios públicos, 40 empresas financieras y 20 de transporte. En 1988 dejan de aplicarse estos límites de cantidades fijas de empresas de cada tipo.

Para reconstruir una historia estadística el Standard and Poor's Composite combina diferentes índices desde 1800; los datos desde 1871 son los de Cowles Commission. El índice tiene como referencia una base estándar del mercado de 1941/43, con un valor de 10.

Desde 1986 los valores del índice se informan con intervalos de 15 segundos, en vez de intervalos de un minuto con que se calculaba el índice hasta ese momento.



Standard and Poor's 500 es un índice de valor, que se pondera según el valor de mercado de cada empresa. Con la adopción en los años 1970 de CAPM para la estimación del rendimiento de mercado de las acciones, este índice es el indicador más utilizado como aproximación del rendimiento de la cartera de mercado. Actualmente, para este propósito también se utilizan otros índices de mayor amplitud (Wilshire 5000, Russell 3000 y Investor's Business Daily 6000).

En 1991 se introduce el índice de empresas de tamaño medio, S&P MidCap 400 Index (con valor de mercado entre \$ 300 y \$ 5.200 millones). Y en 1994 el índice de empresas de menor tamaño, S&P Small Cap 600.

Una combinación de los tres índices (500, 400 y 600) se informa desde 1995; y otra combinación, con los índices de empresas de tamaño medio y menor (S&P 1000), se informa desde 2002.

1958

Cartera óptima de inversión: Teorema de separación de Tobin

La noción de la asignación óptima de una cartera financiera había sido considerada en la economía tradicional por Keynes, Hicks y Kaldor. La formalización de Markowitz [ficha 1952] lleva a James Tobin (1918–2002, Premio Nobel de Economía 1981) a avanzar un paso en ese camino: agregando el dinero en el modelo se obtiene el teorema de la separación de Tobin (two-fund separation theorem).

En un artículo de 1958 (*Liquidity preference as behavior towards risk*, publicado por *Review of Economic Studies*) Tobin plantea que los individuos pueden diversificar sus inversiones entre un título sin riesgo (dinero) y una cartera única de títulos con riesgo (que es la misma para todos). Diferentes actitudes frente al riesgo resultan simplemente en diferentes combinaciones del título sin riesgo y de la cartera de títulos con riesgo.

Esto es válido si los resultados posibles de las inversiones siguen una distribución normal, ya que en este caso las curvas de indiferencia de media y variancia de un inversor adverso al riesgo son convexas.

El teorema de separación sería la base del primer modelo de valoración de títulos en condiciones de equilibrio del mercado [ficha 1963].



James Tobin



James Tobin

En 1968 Tobin recuerda: “No creo que sea una exageración decir que, hasta hace relativamente poco tiempo, el modelo básico de selección de cartera que se utilizaba en la teoría económica era un modelo de un parámetro. Se suponía que los inversores ordenaban las carteras con respecto al rendimiento esperado (posiblemente corregido por un arbitrario ‘adicional por riesgo’, constante y no explicado). Este enfoque se racionalizaba suponiendo certidumbre subjetiva o bien utilidad marginal constante. Hace una década participé en el esfuerzo de duplicar el número de parámetros de las estimaciones de probabilidad de los inversores que están involucradas en el análisis económico de las decisiones de inversión en títulos.”

1958

Las proposiciones de Modigliani-Miller: Lo que no importa (y lo que sí importa) en las decisiones de financiamiento de la empresa

En 1958 Franco Modigliani (1918–2003, Premio Nobel de Economía 1985) y Merton H. Miller (1923–2000, Premio Nobel de Economía 1990) formulan las proposiciones acerca de la estructura de capital de la empresa que con el tiempo se conocen como las proposiciones MM. El artículo inicial, *The cost of capital, corporation finance and the theory of investment* (publicado por *American Economic Review*) origina algunos debates por su carácter provocador.

La proposición I señala que el valor de la empresa es independiente de cómo se financie la inversión, y depende sólo de la clase de riesgo que corresponde al negocio. La proposición II establece que el rendimiento para el inversor es el rendimiento que se requiere a una empresa sin deuda más un adicional por riesgo financiero que es directamente proporcional al endeudamiento de la empresa.

Y también plantean una proposición III, referida al efecto negativo que tienen en el valor de la empresa las inversiones con rendimiento menor que el requerido, aunque se financien con deuda cuyo costo sea menor que ese rendimiento.

Modigliani y Miller extienden el teorema de la separación de inversión y financiamiento de Fisher, y aplican la noción de que el mercado financiero está en equilibrio cuando no hay oportunidades de arbitraje. Si los negocios de empresas que se financian de diferentes modos son similares el valor de mercado debería ser el mismo, ya que de lo contrario los inversores arbitrarían entre las acciones de cada empresa y su propio nivel de endeudamiento. Para estipular la ‘similitud’ introducen el concepto de clases de riesgo en las que se ubican los títulos desde la perspectiva del inversor.

En 1988 Stephen Ross señala: “Digamos que los economistas tienen una deuda con Miller y Modigliani que es al menos tan grande como la que tienen con Godel los matemáticos y los filósofos.” Y anota: “¿Es deuda o es capital? Bueno, esto es algo que realmente ‘no importa’ ¿O sí?”

Franco Modigliani es un economista que ha realizado importantes aportes a la teoría del consumo. Fue por ellos que recibe el Premio Nobel en 1985. Sin embargo, recordando el origen de las proposiciones MM comenta en 1988: “El ensayo MM es incuestionablemente el más popular de mis escritos. Principalmente porque ha sido, y continúa siendo, una lectura requerida en varias escuelas de negocios para graduados. El modo en que se utiliza en los programas de maestría,

según puedo afirmar, es en el papel del chico que recibe el castigo: el instructor asigna el ensayo como lectura, y después se hace una fiesta despedazándolo.”



Franco Modigliani



Merton Miller

“Fue escrito de modo provocativo, no realmente para demostrar que el endeudamiento no puede afectar los valores de mercado en el mundo real, sino para sacudir a aquellos que aceptaban la entonces habitual opinión ingenua de que algo de deuda en la estructura de capital había de reducir el costo de capital aún en ausencia de impuestos, simplemente porque la tasa de interés era más baja que el coeficiente ganancias/precio de la acción.”

En un artículo publicado en 1961 por *Journal of Business* (*Dividend policy, growth and the valuation of shares*) Miller y Modigliani incluyen la política de dividendos en su marco de análisis de las condiciones en que la política financiera de la empresa no tiene efecto en el valor.

El planteo

- 1952 David Durand, *Costs of debt and equity funds for business: Trends and problems of measurement*, Conference on Research in Business Finance, New York, National Bureau of Economic Research
- 1958 Franco Modigliani y Merton Miller, *The cost of capital, corporation finance and the theory of investment*, *American Economic Review*
- 1958 David Durand, *The cost of capital, corporation finance and the theory of investment: Comment*, *American Economic Review*
- 1958 Franco Modigliani y Merton Miller, *The cost of capital, corporation finance and the theory of investment: Reply*, *American Economic Review*
- 1961 Merton Miller y Franco Modigliani, *Dividend policy, growth and the valuation of shares*, *Journal of Business*
- 1963 Franco Modigliani y Merton Miller, *Corporate income taxes and the cost of capital: A Correction*, *American Economic Review*

Algunos desarrollos posteriores

- 1969 Joseph Stiglitz, *A re-examination of the Modigliani-Miller theorem*, *American Economic Review*
- 1974 Joseph Stiglitz, *On the irrelevance of corporate financial policy*, *American Economic Review*
- 1977 Merton Miller, *Debt and taxes*, *Journal of Finance*
- 1978 Merton Miller y Myron Scholes, *Dividends and taxes*, *Journal of Financial Economics*
- 1982 Franco Modigliani, *Debt, dividend policy, taxes, inflation and market valuation*, *Journal of Finance*
- 1985 Stephen Ross, *Debt and taxes and uncertainty*, *Journal of Finance*
- 1991 Merton Miller, *The academic field of finance: Some observations on its history and prospects*, en *Financial Innovations and Market Volatility*, Blackwell

Los aniversarios

- 1988 Merton Miller, *The Modigliani-Miller propositions after thirty years*, *Journal of Economic Perspectives*
- 1988 Joseph Stiglitz, *Why financial structure matters*, *Journal of Economic Perspectives*
- 1988 Stephen Ross, *Comment on the Modigliani-Miller propositions*, *Journal of Economic Perspectives*
- 1988 Sudipto Bhattacharya, *Corporate finance and the legacy of Miller and Modigliani*, *Journal of Economic Perspectives*
- 1988 Franco Modigliani, *MM – Past, present, future*, *Journal of Economic Perspectives*
- 1998 Merton Miller, *The M&M propositions 40 years later*, *European Financial Management*

1958

Un subtotal para el análisis financiero: la ganancia antes de intereses e impuestos (EBIT)

Pearson Hunt (1908–2001) define la Ganancia Antes de Intereses e Impuestos (GAI), Earnings Before Interest and Taxes (EBIT) como una medida significativa para el análisis del financiamiento.



Pearson Hunt

El primer estudio de los errores de estimación en las decisiones de inversión

En 1958 Charles F. Carter y Bruce R. Williams publican un estudio de los errores de estimación en los proyectos de inversión, *Investment in Innovation* (Oxford University Press). Este es el primer estudio razonablemente sistemático de este tema. Con anterioridad, Joel Dean hace algunas referencias a los errores en las decisiones de inversión de empresas de Estados Unidos, que no identifica (en su artículo *Measuring the productivity of capital*, publicado por Harvard Business Review en 1954).

Carter y Williams consideran 246 empresas británicas, e indagan acerca de la relación entre las ganancias y los costos pronosticados y reales en los proyectos de inversión. Muestran que en casi 75% de las empresas, las ganancias reales son diferentes a las pronosticadas en más de un 50%. Al considerar el sentido (positivo o negativo) de la desviación, observan que la principal causa es la falta de conocimiento del personal de planeamiento, y no tanto un sesgo asimétrico de las estimaciones. Sin embargo, señalan que se puede detectar una tendencia en algunas empresas a realizar estimaciones optimistas, y a estimaciones conservadoras en otras empresas.

Un año después se publica un estudio de Frank Zoeller, que analiza la exactitud de las estimaciones en proyectos de inversión de una sola empresa, Allis-Chalmers Manufacturing Co. (*Procedures for comparing actual with expected economies from equipment replacement*, en Arthur Lesser Jr. (ed.), *Planning and Justifying Capital Expenditures*, publicado por Stevens Institute of Technology, 1959).

El estudio muestra que los resultados de cada proyecto se desvían del valor estimado al tomar la decisión en un rango entre menos 269% y más 233%; en conjunto, el valor de los proyectos considerados es 5,6% menor que el estimado.

1958

***Basic Business Finance*, de Pearson Hunt, Charles Williams y Gordon Donaldson**

Pearson Hunt (1908–2001), Charles M. Williams y Gordon Donaldson (1929–), profesores de Harvard, publican en 1958 un libro de estudio de administración financiera de la empresa, *Basic Business Finance* (Irwin), con la forma de ‘texto y casos’.

La explicación pone énfasis en el análisis de las decisiones de financiamiento y de la gestión financiera de la empresa. Se procura aplicar el enfoque ‘desde adentro de la empresa mirando hacia afuera’, que es lo que se criticaba del libro de Arthur Dewing (cuya última edición se hizo en 1953) [ficha 1919].

De *Basic Business Finance* hay cuatro ediciones. La última se hace en 1971.

La traducción al español, *Financiación básica de los negocios*, se publica en 1964, como versión de la edición de 1961.

En 1946 Pearson Hunt publica *Case Problems in Finance*; la tercera edición se realiza en 1959.



Pearson Hunt



Gordon Donaldson

1959

Riesgo en el tiempo y flexibilidad: *Le Choix des Investissements* de Pierre Massé

En 1928, después de graduarse de ingeniero, Pierre Massé (1898–1995) comienza a trabajar en el sector eléctrico. Desde 1948 es director de estudios económicos de EDF (Electricité de France). Esta es la época de la planificación pública en Francia, y en 1959 Massé es designado Commissaire Général du Plan.

En los años 1950 se realizan muchos desarrollos conceptuales y metodológicos para el análisis de las decisiones de inversión. Si bien formalmente se trabajan como ‘decisiones en condiciones de certeza’, en ellos se reconoce de un modo cualitativo la incertidumbre de las decisiones de la empresa.

Lo que no se reconoce son las decisiones en el tiempo. Los planteos de Dean, de los Lutz, de Lorie y Savage, de Solomon, de Hirshleifer y otros se refieren a decisiones aisladas que pueden optimizarse sin referencia a decisiones posteriores.

Pierre Massé reúne todos estos desarrollos de un modo orgánico en su libro *Le Choix des Investissements*, publicado en 1959. Pero incluye la interrelación temporal como una parte esencial de la selección de inversiones de la empresa: “El problema de decisión no se plantea en términos de una decisión aislada (porque las decisiones de hoy dependen de lo que se hará mañana), ni tampoco en términos de una secuencia de decisiones (porque, con incertidumbre, las decisiones que se tomen en el futuro dependerán de lo que hayamos aprendido entretanto). El problema se plantea en términos de un árbol de decisiones.”

Massé enfatiza la necesidad de considerar los riesgos y la obsolescencia que son inherentes al paso del tiempo: “Cada inversión es, en un cierto sentido, un proceso de fosilización; el paso del tiempo es inseparable del riesgo. Una inversión no es simplemente una asignación de fondos; es una apuesta.”

Prentice Hall publica la traducción al inglés en 1962: *Optimal Investment Decisions: Rules for Action and Criteria for Choice*. En 1963 se publica la traducción al español, *La elección de las inversiones: Criterios y métodos*.



Pierre Massé

1959
 1957 1963 1964

Método Delphi: Pronóstico con el juicio de expertos, aplicaciones y justificación metodológica

El denominado método Delphi se desarrolla en RAND Corporation [RAND es un acrónimo de Research and Development] durante los años 1950. Con patrocinio de la fuerza aérea de Estados Unidos se realiza el ‘proyecto Delphi’, para utilizar el uso del juicio de expertos acerca de acontecimientos o temas específicos (primariamente, de investigación en defensa). El objetivo es “obtener el consenso de la opinión más confiable de un grupo de expertos... mediante una serie de cuestionarios intensivos con retroalimentación controlada de la opinión”.

Olaf Helmer-Hirschberg y Nicholas H. Rescher, en un informe para RAND de 1959, *On the epistemology of the inexact sciences* (publicado el mismo año por Management Science), plantean que la predicción sobre la base de la opinión de expertos es aceptable en disciplinas que no están lo suficientemente desarrolladas como para disponer de leyes científicas.

En las ciencias exactas, a partir de las explicaciones existentes se pueden predecir acontecimientos futuros de una manera objetiva: la explicación y la predicción tienen la misma estructura lógica. En las que se consideran ‘ciencias inexactas’ (la ingeniería, la medicina, las ciencias sociales) se requiere una metodología de predicción distinta a la que se utiliza para realizar las explicaciones. Se justifica así considerar algunas innovaciones metodológicas para la realización de predicciones, tales como el uso sistemático del juicio de expertos y la pseudoexperimentación, con procesos de simulación y juegos operacionales.

El método Delphi procura evitar los problemas que afectan al juicio de expertos cuando se realizan pronósticos: sesgos en los pronósticos individuales, la tendencia al seguimiento en las opiniones en un grupo, y la reticencia a abandonar las opiniones previamente planteadas. Para esto se estructura una metodología con cuestionarios realimentados, en los que expertos en temas de defensa (que fueron las primeras aplicaciones) dan su opinión de la probabilidad, frecuencia e intensidad de posibles ataques; también en forma anónima, otros expertos proporcionan una retroalimentación, y el proceso se repite hasta que se llega a un consenso.

En 1963 Management Science publica el artículo de Norman Dalkey y Olaf Helmer, *An experimental application of the Delphi Method to the use of experts*, y en 1964 se publican otros dos informes RAND: *Report on a long-range forecasting study*, de Theodore Gordon y Olaf Helmer, y *Improving the reliability of estimates obtained from a consensus of experts*, de Bernice Brown y Olaf Helmer.



Theodore Gordon

El nombre Delphi (expresión en inglés de Delfos) alude al santuario de Apolo ubicado en ese lugar, que funcionaba como oráculo, y donde la pitonisa de turno transmitía las respuestas del dios a las preguntas que se formulaban.

Los antiguos griegos consideraban que Apolo podía conceder el don de ‘decir el futuro’. También podía retirarlo o, lo que es peor para quien mantiene el don, privar de la credibilidad. Según algunos relatos esto es lo que ocurrió con Casandra de Troya: el dios, enojado por su

comportamiento hacia él, le permite conservar el don que le había dado, pero le retira la credibilidad de lo que decía acerca del futuro. Así, nadie cree cuando Casandra dice que la ciudad será destruida, ya que la consideran una agorera perturbada.

Norman Dalkey comenta en 1968 que es “bastante desafortunado” haber dado ese nombre al conjunto de procedimientos para mejorar los pronósticos que él, Helmer y otros desarrollaron en RAND. Ese término implica “algo oracular, un poco relacionado con lo oculto”, y el método busca precisamente lo opuesto, que se pueda realizar el mejor uso posible de todo tipo de información, reconociendo el valor de la opinión, la experiencia y la intuición de expertos en el tema que se considera.

Dalkey tiene razón, ya que la imagen de Delfos es relativamente religiosa. Pero parece que no tiene en cuenta que los relatos enfatizan que en Delfos la pitonisa (pitia) no estaba sola, sino que había un grupo de sacerdotes que la asistían como expertos (‘expertos’ por su experiencia en los asuntos cotidianos, y también en las cuestiones de Estado que solían plantearse al oráculo).

Los primeros sacerdotes fueron marinos, quizá por su conocimiento acerca de las diferentes culturas de la región de donde provenían quienes realizaban las consultas. Así, las respuestas podían ser útiles porque, ante todo, eran creíbles para esa gente.

Norman Dalkey explica: “Hay una reducción monótona de la dispersión de las respuestas individuales con cada iteración (convergencia), con un efecto decreciente con iteraciones adicionales. Sin embargo, la precisión de la respuesta del grupo mejora con la primera iteración, y fluctúa con las iteraciones adicionales. Mi creencia actual es que una sola iteración suministra el principal beneficio que puede obtenerse del procedimiento iterativo.”

El método Delphi se ha utilizado para predicciones en temas o áreas que requieren justamente la flexibilidad del juicio humano (en la medida que sea un juicio informado) para procesar información diversa y poco estructurada.

Inicialmente el método no reconocía de modo explícito el juicio acerca del efecto de interacciones de varios factores; por eso actualmente se incluye un análisis de impacto transversal (cross impact analysis).

Se ha propuesto también una combinación del método Delphi con el análisis

de agrupamientos (cluster analysis) para resolver el problema de los escenarios que se consideran para las decisiones. Petri Tapio señala: “Una de las cuestiones críticas relativas a la formación de escenarios es cómo formar escenarios que sean relevantes para el decididor. ¿Cómo estar seguro de que los escenarios no son sólo resultado de sus prejuicios futuristas, o de sus ideas acerca de las alternativas de política? ¿Cuáles son los rasgos relevantes de los valores de las variables entre los escenarios?” Un método Delphi ‘desagregado’ ayuda a precisar esto.

Pronósticos, prospectiva y argumentos

El método Delphi es una forma de pronóstico por consenso acerca del futuro que parece más probable. Sin embargo, también se ha propuesto la metodología de iteración para estructurar los futuros deseables, que es el enfoque de la prospectiva.



Gaston Berger

En la misma época en que se desarrolla el método Delphi en Estados Unidos, en Francia Gaston Berger (1896–1960) considera las características que tiene la anticipación en los asuntos sociales. Berger es un filósofo, nacido en Senegal, que en los años 1930, desde Marsella, difunde la fenomenología de Husserl en Francia.

En 1957 plantea, en un artículo publicado en la *Revue des Deux Mondes (Sciences humaines et anticipation)*, los fundamentos de la prospectiva, a la que considera como la reflexión acerca de los futuros deseables (futurables) y su relación con las acciones a realizar. Esto es distinto a los futuros posibles (los futuribles de Bertrand de Jouvenel), si bien en la etapa final de la práctica prospectiva se conjugan ambos.

Gaston Berger funda el Centre d'Etudes Prospectives, que desde 1958 publica la *Revue Prospective*. El libro principal de Berger acerca del tema, *Phénoménologie du temps et prospective*, se publica póstumamente en 1964 (ya que Berger muere en 1960 en un accidente de automóvil en la autopista del Sur, a unos 20 kilómetros de París).



B. de Jouvenel

También en 1964 se publica el libro *L'art de la conjecture* del economista y futurólogo Bertrand de Jouvenel (1903–1987). Puesto que del futuro no hay conocimiento sino conjeturas (en esto De Jouvenel coincide con Jacques Bernoulli), lo que interesa es que, al considerar los posibles estados futuros, su modo de producción a partir del estado presente sea plausible e imaginable; a esto justamente denomina 'futurible'.

En lo relacionado con 'expresar el futuro' se requiere establecer las condiciones de posibilidad (un aspecto epistemológico) y el papel de la racionalidad. Con frecuencia se utiliza la palabra 'razonable' para referirse a esos enunciados, como diferente de 'racional' en el sentido más estricto. Sería lo que Habermas considera una racionalidad comunicativa: que se funda tanto en evidencia como en las normas establecidas y que, por eso, es comprensible "a la luz de expectativas legítimas" de los demás.

Dicho de otro modo, el futuro depende no sólo del pasado, sino también de la imagen del futuro que forman en el presente quienes realizan acciones. Esto hace complejo el estatus epistemológico de lo que se dice del futuro (lo que se pre-dice), cuando se refiere a hechos que dependen del aprendizaje (y no sólo a lo que se reconoce en cada momento como 'realidad objetiva').

En años recientes Osmo Kuusi ha planteado con tal base una ampliación de la metodología Delphi, considerando que permite desarrollar argumentos acerca de los hechos futuros, más que su simple pronóstico (el que se identifica a veces con extrapolación y otras con adivinación).

1960

The Capital Budgeting Decision,
de Harold Bierman y Seymour
Smidt

En 1960 la editorial Macmillan publica el libro de Harold Bierman Jr. y Seymour Smidt *The Capital Budgeting Decision*, que presenta de modo sistemático la evaluación de los proyectos de inversión desde la perspectiva de la dirección de la empresa.



Harold Bierman



Seymour Smidt

1961

Financiamiento de la empresa: Donaldson y la determinación de la capacidad de endeudamiento

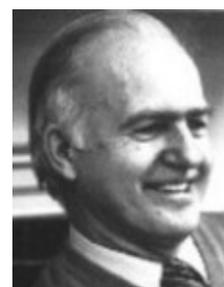
Gordon Donaldson (1929–) publica en 1961 el estudio *Corporate Debt Capacity: A Study of Corporate Debt Policy and the Determination of Corporate Debt Capacity* (Harvard University Press), en el que avanza en una dirección metodológica de síntesis.

Considerando que la empresa tiene una capacidad potencial de endeudamiento de largo plazo Donaldson procura determinar de forma óptima la existencia y magnitud de esa capacidad. “A fin de comprender el problema directivo, y situarlo en relación con las circunstancias y exigencias de la vida real, se dedicó gran parte de la investigación a estudios realizados in situ en determinadas empresas, y a una serie de entrevistas con los directores financieros responsables de esas decisiones.” Realiza así de modo simultáneo un estudio normativo y una sistematización de los factores que se ponderan en las decisiones.

En 1969 Donaldson concluye un estudio acerca de la flexibilidad y la movilidad financiera, *Strategy for Financial Mobility* (también publicado por Harvard University Press). En esa ocasión evalúa su estudio anterior: “Una ojeada retrospectiva revela que tuve inequívocamente un sesgo normativo derivado de la forma en que han sido tratadas habitualmente las decisiones de la estructura del capital por los estudiosos de las finanzas empresarias. Tal orientación nació del convencimiento de que la finalidad última de la empresa consiste en incrementar o maximizar el valor del capital, lo que lleva a un interés por la rentabilidad y el coeficiente correspondiente. Ya que las ganancias por acción se ven directamente afectadas por la proporción de deuda en la estructura de capital es evidente que el estudio de la maximización del valor patrimonial debe incluir una definición del coeficiente óptimo de deuda a largo plazo.”

“Esperaba ver reflejada esta postura en la actuación de los directivos financieros, y que si no se hace uso de la deuda es por la dificultad de determinar hasta dónde podía llegarse, es decir, dónde establecer los límites de la capacidad crediticia de la empresa.” “Fue una gran sorpresa comprobar la indiferencia, muy extendida entre los directivos financieros, hacia una depuración del método para fijar los límites del crédito.” “Parecían, además, poco propensos a utilizar plenamente la capacidad crediticia que tales métodos aproximativos parecían estimular.”

“El armazón de referencia de la teoría acerca de la estructura óptima de capital, con sus correspondientes consecuencias lógicas, no era necesariamente el armazón de referencia de esos directivos.” “Mientras las declaraciones normativas se centraban casi exclusivamente en la magnitud de la deuda utilizada, los directivos de la empresa parecían estar mucho más interesados en la cuantía del crédito no utilizado, es decir, en la reserva sin utilizar de la capacidad de endeudamiento.”



Gordon Donaldson

Estudio estadístico del uso de los criterios de evaluación de inversiones

El artículo de Donald Istvan, *The economic evaluation of capital expenditures*, publicado por Journal of Business en 1961, es el primer estudio estrictamente estadístico de la utilización en las empresas de los criterios de evaluación de proyectos de inversión.

“De las 48 empresas estudiadas, sólo 7 evalúan las propuestas de inversión de capital de un modo que explícitamente reconoce el valor del dinero en el tiempo”. En ese momento, 82% de esas empresas utilizan sólo criterios tales como el período de recuperación o la tasa de rendimiento contable.

Diez años después, Thomas Klammer realiza un estudio más amplio, “en 369 empresas grandes, con programas de inversión de capital continuos y de magnitud significativa”. Pregunta las prácticas de la empresa en ese momento (1970), y en 1964 y 1959. Los resultados se publican en Journal of Business en 1972: *Empirical evidence on the application of sophisticated capital budgeting techniques*.

Para 1959 los resultados son coincidentes con el estudio de Istvan: 19% de las empresas utilizaban como estándar primario un criterio que tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo (tasa interna de rentabilidad o valor actual neto). En 1964, 38% utilizan esas técnicas, y 57% de las empresas en 1970.

Klammer también estudia las técnicas de administración y de análisis de riesgo que se utilizan. En 1970 70% de las empresas utilizan un presupuesto de inversiones de largo plazo (capital budget), y casi 90% realizan la auditoría posterior de los proyectos principales. Si bien 56% tienen un equipo permanente para la evaluación de inversiones, casi todas utilizan formatos estándar para las propuestas de inversión.

En cuanto al análisis de riesgo de las inversiones, sólo 39% (si bien es una proporción que duplica la de 1959) de las empresas consideran el riesgo con una mayor tasa de rendimiento requerido, o un menor período de recuperación, o con una distribución de probabilidad. Y 51% utiliza alguna de estas técnicas: programación lineal, simulación por computadora, teoría de decisiones. En 1959 muy pocas empresas (13%) aplicaban alguna de estas técnicas formales.

1961

***Quarterly Review of
Economics and Finance***

En 1961 se inicia la publicación de The Quarterly Review of Economics and Finance.



1962

***Managerial Finance*, de J.Fred Weston y Eugene Brigham**

En 1962 J.Fred Weston (1916–) (la ‘J’ es por John) publica el libro de estudio de administración financiera *Managerial Finance* (Holt, Rinehart & Winston realizan esa primera edición, y las siguientes hasta la sexta, en 1978). En la segunda edición, de 1966, se agrega Eugene Brigham (1930–).

El libro será ampliamente utilizado para el estudio de las finanzas de empresas, y va adoptando un perfil de énfasis en las características analíticas y formales de la dirección financiera.



J.Fred Weston

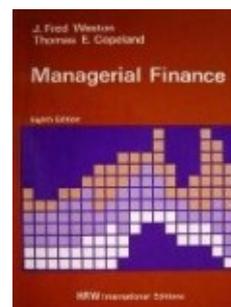


Eugene Brigham



Thomas Copeland

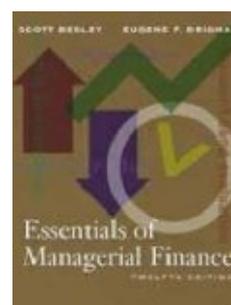
Hasta la séptima edición, en 1981, continúa la colaboración de Weston y Brigham. A partir de la octava, en 1986 (editada por Dryden Press) se agrega Thomas E. Copeland (1946–), y la novena y última edición, en 1992, es sólo de Weston y Copeland.



Scott Besley

Weston y Brigham inician la práctica de generar una versión más resumida del libro de texto, para el estudio básico de los principales conceptos. En 1968 publican *Essentials of Managerial Finance*.

Este libro tiene sucesivas ediciones. Hasta la décima, en 1993, se mantienen los autores originarios, Weston y Brigham. En la undécima, en 1996, se agrega Scott Besley, de University of South Florida, y la 12ª edición es de Besley y Brigham. En 2006 se publica la 13ª edición.



1963

1964 1966 1968 1972

Precios de equilibrio de los títulos: Sharpe y el modelo de valoración de títulos (CAPM)

La teoría de Markowitz de selección de cartera no era muy práctica. Para estimar los beneficios de la diversificación se requería calcular la covariancia de los rendimientos entre cada par de títulos. William F. Sharpe (1934–, Premio Nobel de Economía 1990) (la ‘F’ es por Forsyth) comienza a estudiar el tema de la valoración de títulos en 1960, cuando prepara su tesis doctoral. Cuenta que Fred Weston le sugirió que consultara a Harry Markowitz, que también trabajaba en ese momento en RAND Corporation.

Sharpe recuerda: “Markowitz tenía buenas ideas acerca del tema, y comencé a trabajar estrechamente con él en el análisis de cartera basado en un modelo simplificado de las relaciones entre los títulos.” “En el momento de la tesis denominé este análisis sugerido por Markowitz ‘modelo de un solo índice’ (single index model), si bien ahora se lo conoce como ‘modelo de un factor’ (one-factor model).”



William Sharpe

El supuesto básico es que los rendimientos de los títulos están relacionados sólo por sus respuestas a un factor común. Después de aprobada la tesis Sharpe prepara un artículo con los resultados normativos (*A simplified model for portfolio analysis*, 1963).

También comienza a trabajar en una generalización del equilibrio del mercado de títulos, anticipada conceptualmente en la tesis de 1961. El artículo resultante es *Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk*, que fue remitido en 1962 al Journal of Finance. Este artículo recibió un informe de referato negativo, que consideraba ‘disparatado’ el supuesto de expectativas homogéneas de todos los inversores. Cuando cambia el editor del Journal, en 1964, Sharpe insiste, y el artículo es rápidamente publicado.

Esta teoría de valoración de títulos basada en la cartera de mercado implica, desde el punto de vista de la selección de carteras, una gran simplificación de cálculo. La selección de la cartera óptima se hace computacionalmente factible al trabajar con unos pocos términos (los coeficientes del título que después se denominan coeficientes beta).

En palabras de Sharpe: “CAPM se construye utilizando un enfoque que es familiar para un microeconomista. Primero se supone alguna forma de conducta de maximización, y después se investigan las condiciones bajo las cuales el mercado se equilibra. Puesto que Markowitz había proporcionado un modelo de la conducta maximizadora, no es sorprendente que yo no estuviera solo en la exploración de sus implicaciones para el equilibrio de mercado. En algún momento de 1963 recibí un artículo no publicado de Jack Treynor que tenía conclusiones de algún modo similares. En 1965 John Lintner publicó su importante artículo, y un año después Jan Mossin publicó una versión que llegaba a la misma relación de un modo más general.”



William Sharpe

A diferencia de lo que ocurre actualmente, en que cada modelo o propuesta que se le ocurre a alguien viene desde el comienzo con un nombre asignado, y suele tener adherida una sigla, no era así en esa época. Unos años después de la formulación, en 1968, Eugene Fama

Se dice 'cap-m'

Lo más frecuente es que las siglas se digan como letras. En ese caso, CAPM verbalmente sería 'ce-a-p-m' (o 'ci-ei-pi-em'). Pero este CAPM se dice 'cap-eme' (o 'cap-em') para no confundirlo con la mención de otras siglas iguales (como Certified Associate in Project Management, o Comprehensive Access to Printed Materials). Así, aunque es una sigla, se pronuncia como acrónimo.

se refiere a los modelos de Sharpe y de Lintner como 'capital asset pricing models', y en 1970 se realizan las primeras referencias a la sigla, CAPM.

En el simposio realizado en 2004 por los cuarenta años del artículo de Sharpe, *Fortieth Anniversary of CAPM*, André Perold señala que CAPM revolucionó las finanzas modernas, al proporcionar el primer marco coherente para relacionar el rendimiento y el riesgo de una inversión. Su difusión es generalizada, y es una pieza básica para la enseñanza de las finanzas.

El origen del modelo de valoración de títulos

Por esas cosas que existen en la evolución de una disciplina, CAPM debe su nombre a la expresión en el título del artículo de William Sharpe. Y si bien la noción de valoración de títulos en equilibrio fue desarrollada en paralelo por Sharpe, Treynor y Lintner (y Mossin hace después una complementación elegante del planteo de Sharpe), en forma generalizada sigue mencionándose como el modelo de valoración de Sharpe.

Los cuatro se basan en el modelo de cartera de Markowitz (de 1952) y en la separación de Tobin (de 1958), y formulan similares supuestos (en especial, comportamiento del inversor según el criterio de media-variancia, mercados financieros perfectos, existencia de una inversión sin riesgo, y expectativas homogéneas acerca de los títulos). Lógicamente, derivan versiones similares de un modelo de valoración. Aunque es la terminología de Sharpe la que se ha difundido, en especial la 'línea del mercado de capital', 'riesgo sistemático y no sistemático', y 'homogeneidad de expectativas de los inversores'.



John Lintner

El artículo de John Lintner (1922–1983), *The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets*, es publicado en 1965 por *Review of Economics and Statistics*.

El artículo de Jan Mossin (1936–1987), *Equilibrium in a capital asset market*, es publicado por *Econometrica* en 1966.



Jack Treynor

El artículo de Jack L. Treynor (cuyo título es *Toward a theory of market value of risky assets*), aparentemente fue escrito en 1962, pero no fue publicado hasta 1999 (en el libro compilado por Robert Kokajczyk, *Asset Pricing and Portfolio Performance*). No obstante, muchos tuvieron acceso a copias, según las referencias que se mencionan en otros artículos de los años 1960.



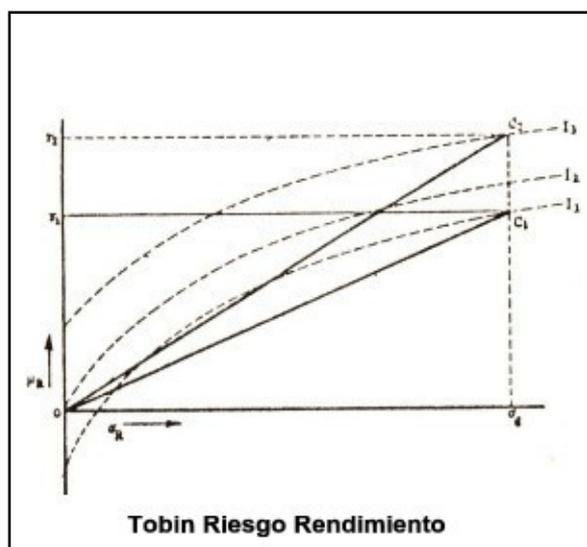
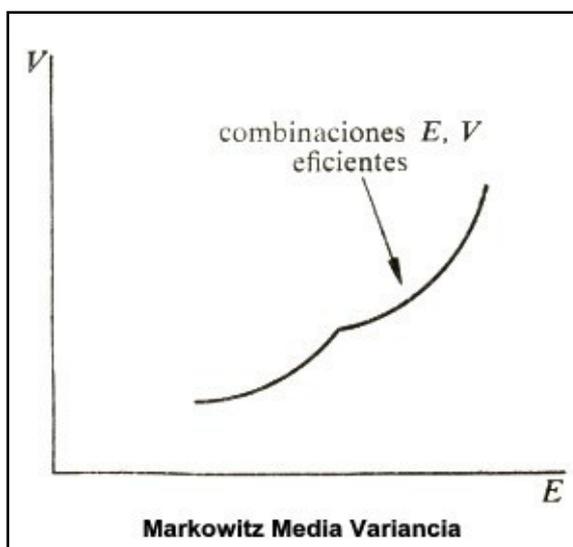
Jan Mossin

También Fischer Black, que trabajó con Treynor en Arthur D. Little a principios de los años 1970. A partir del planteo de Treynor Black comienza a considerar el modelo no sólo como representación del rendimiento de los títulos, sino también como explicación del nivel de equilibrio de la tasa de interés (sin riesgo). De ahí deriva la noción de la cartera de beta cero que plantea Fischer Black en *Capital market equilibrium with restricted borrowing*, publicado en 1972 por Journal of Business.

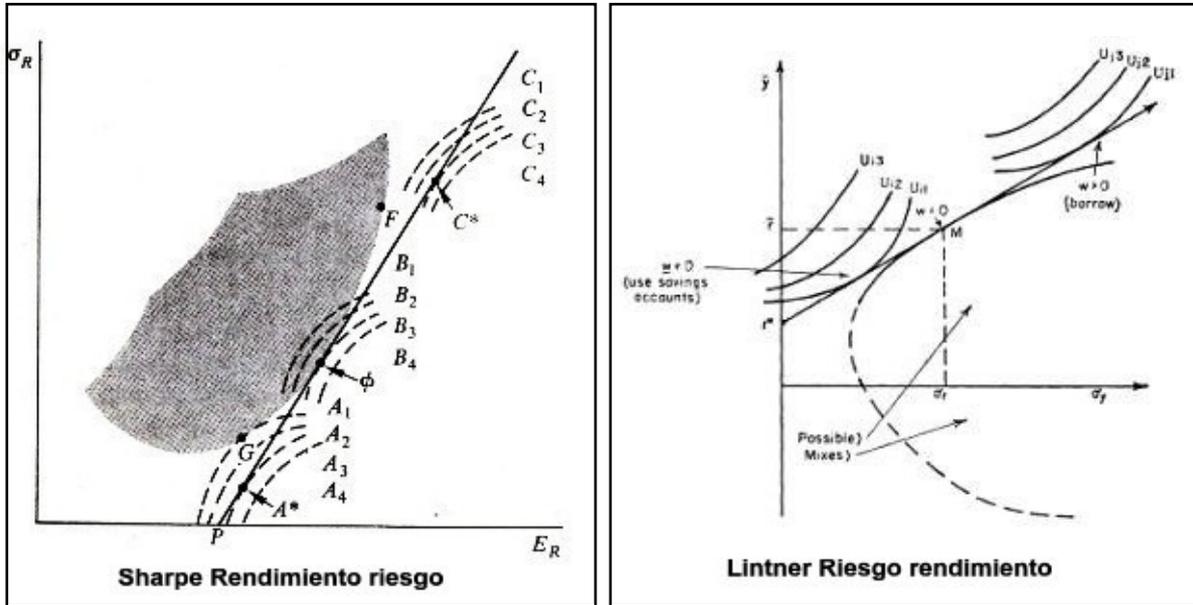
Las cuestiones de precedencia son, entonces, meramente anecdóticas, más allá de que a algunos les parece justo cierto reconocimiento retrospectivo. Lo importante es la influencia en la evolución de la teoría financiera. En este aspecto, por la exposición del tema y los desarrollos posteriores, ese papel parece que es de William Sharpe.

¿Rendimiento-riesgo o riesgo-rendimiento?

El gráfico que relaciona el rendimiento y el riesgo de títulos y/o carteras tuvo en su origen dos formas. Harry Markowitz, en 1952, coloca el riesgo en el eje vertical (en el sentido de lectura, sería un gráfico de riesgo-rendimiento; en el sentido geométrico, primero se dice el eje de abscisas, y entonces es un gráfico rendimiento-riesgo). En su artículo de 1958 James Tobin coloca el rendimiento en el eje vertical.



William Sharpe, en su desarrollo inicial publicado en 1964 utiliza el 'formato Markowitz', mientras que John Lintner adopta los ejes con el 'formato Tobin'. Muy esquemáticamente, Treynor incluye una representación con este último formato.



Pese a que la terminología y el modelo se difundieron asociados a Sharpe, la forma en que se suelen expresar los gráficos es con el formato Tobin (utilizado por Lintner), colocando el rendimiento en el eje vertical. En el sentido verbal, de trazado y lectura de los ejes, es un gráfico de ‘rendimiento-riesgo’.

Formato actual de Sharpe para la línea del mercado de títulos

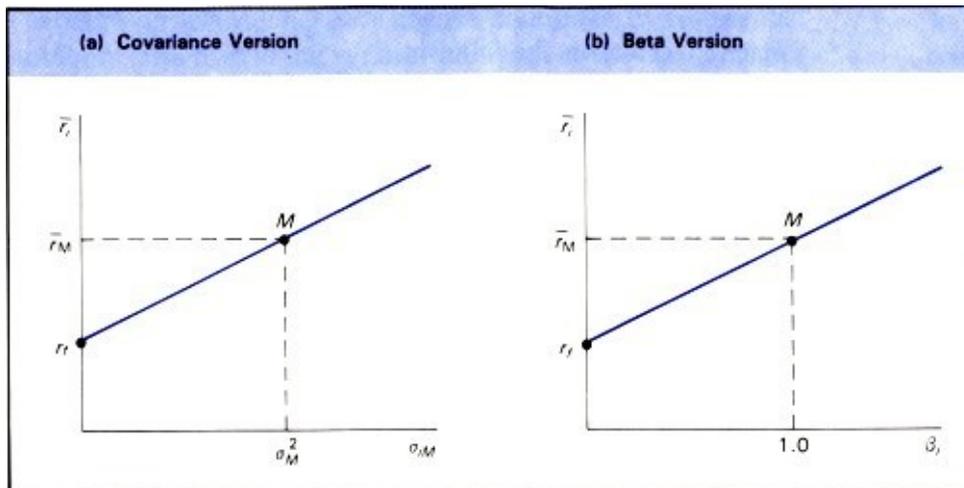


FIGURE 8-2
The security market line.

¿Activos de capital (capital assets) o títulos (securities)?

El modelo de valoración de títulos es un modelo de valoración de activos de capital (o 'activos de inversión'). William Sharpe, en su libro de 1970 (*Portfolio Theory and Capital Markets*) presenta la siguiente descripción sucinta del objeto de la teoría financiera del mercado de capital:

“Las variables de decisión de la teoría de carteras se denominan títulos, aunque pueden representar cualquier cosa: empleos, apartamentos, posesión de acciones ordinarias, etc. La teoría del mercado de capital se enfoca sobre un campo menos amplio. Sólo se interesa por títulos financieros (securities) y activos de capital (capital assets).

“Un activo de capital (capital asset) es un contrato entre el inversor y el ‘mundo exterior’. Un título financiero es un contrato entre inversores. Los dos tipos pueden estar relacionados o no.

“Si el señor A planta un árbol, posee una cuenta ‘contra el mundo’. Sus ingresos futuros dependerán de la productividad del árbol así como de la demanda futura del producto. El señor A también puede pactar el pagar al señor B cierta cantidad en el futuro. La prueba de una promesa semejante es un título financiero. La cantidad pagada dependerá de la productividad del árbol del señor A. El señor A podría hacer un contrato para pagar al señor B todos los ingresos que procedan del árbol. Con un punto de vista práctico, el señor B sería, entonces, el propietario del árbol; el señor A actuaría como un simple intermediario. Esta es una situación habitual, aunque no es universal. Piénsese en el señor Y, que contrata pagar al señor Z lo mismo que el señor A paga al señor B. La prueba de la promesa del señor Y es también un título financiero. Pero no significa la propiedad de un capital por parte del señor Y (o del señor Z); es, simplemente, una prueba de una transacción financiera entre dos inversores.

“Es evidente la existencia de una función para los títulos financieros que representan participaciones de propiedad en los activos. Pero, ¿existen otras funciones para estos títulos? Al menos hay dos: una que depende de las diferencias en preferencias, y otra que resulta de las diferencias en las predicciones.

“En lo que respecta a la teoría, no es necesario hacer diferencias entre títulos financieros y activos de capital. Un título representa simplemente una perspectiva de ingreso futuro. (...) La fuente de ingreso puede ser otro inversor o el ‘mundo exterior’. En el primer caso, el título es un ‘título financiero’; en el segundo, un ‘activo de capital’ (o una parte de uno). En el primer caso, algunos inversores ‘retendrán’ cantidades negativas del título (o sea, lo emitirán). En el segundo caso, nadie necesita ‘retener’ una cantidad negativa.”

La ecuación del rendimiento

La expresión de CAPM que se utiliza es el resultado de varios cambios y reordenamientos de las formulaciones originales.

William Sharpe deduce las condiciones de un coeficiente B que obtiene como

$B_{ig} = \frac{r_{ig} \sigma(R_i)}{\sigma(R_g)}$, donde i es un título, g es una cartera eficiente, r es el coeficiente de

correlación entre el título y la cartera, y $\sigma(R)$ es el desvío estándar del título o la carter-

ra. Con esto, demuestra que $B_{ig} = -\frac{P}{E(R_g) - P} + \frac{1}{E(R_g) - P} E(R_i)$

donde P es la tasa sin riesgo ('tipo puro de interés'), y $E(R)$ es el rendimiento esperado del título o la cartera eficiente.

El conocido 'coeficiente beta' aparece después. Los ensayos de William Sharpe y John Lintner son muy diferentes en su enfoque, terminología y simbología. Eugene Fama procura plantear estos conceptos de un modo unificado; en 1968, en el artículo *Risk, return and equilibrium: Some clarifying comments* (publicado por Journal of Finance) reordena las ecuaciones e introduce el rendimiento y la volatilidad de la cartera de mercado. "Los modelos de Sharpe y Lintner, correctamente interpretados, llevan a conclusiones idénticas con respecto a la medida más adecuada del riesgo de un activo individual y a la relación de equilibrio entre el riesgo de un activo y su rendimiento estimado."

Fama llega así a algo como la ecuación con la forma más conocida actualmente:

$r_i - r_F = (r_M - r_F) \beta_i$, donde r_F es la tasa sin riesgo, r_i es el rendimiento del título y r_M es el rendimiento del mercado. De este modo se va definiendo el coeficiente

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(r_i, r_M)}{\text{Var}(r_M)}.$$

En su análisis (que es el más transparente de las tres formulaciones iniciales) Jan Mossin obtiene una medida de la compensación por el riesgo, por unidad de riesgo, que define como lambda, la pendiente de la línea de mercado; con los símbolos ante-

$$\text{riores, } \lambda = \frac{r_M - r_F}{\text{Var}(r_M)}.$$

Mossin explica: "El concepto algo difuso de 'precio del riesgo' puede hacerse más preciso y significativo mediante el análisis de la tasa de sustitución entre el rendimiento y el riesgo esperados (en equilibrio)." Al deducir las condiciones de equilibrio, la pendiente de la línea de mercado puede identificarse con ese concepto. Y aclara: "El 'precio del riesgo' no es una elección de palabras muy afortunada; podría ser más satisfactoria 'precio de la reducción de riesgo', puesto que es el 'alivio' de riesgo por el cual suponemos que los individuos están dispuestos a pagar algo."

"El precio de la reducción de riesgo, no obstante, no sólo está relacionado con la tasa de sustitución entre el rendimiento y el riesgo, sino que debe identificarse directamente con esa tasa. Es decir, el único significado que podemos dar a 'precio de la reducción de riesgo' es la magnitud del rendimiento estimado que debe sacrificarse para reducir el riesgo".

El supuesto de expectativas homogéneas de los inversores

Uno de los aspectos de CAPM que produce críticas ingenuas al modelo es el supuesto de homogeneidad de expectativas de todos los participantes en el mercado. Parece un hecho de la vida que las personas tienen expectativas diferentes acerca de los factores que afectan los precios de los títulos, esto es, que interpretan la información de la economía y los negocios sobre la base de conjuntos diferentes de conocimiento. Ese supuesto de homogeneidad, entonces, resultaría ‘demasiado’ poco realista (esto fue lo que opinó el revisor inicial del artículo de Sharpe para el *Journal of Finance*).

Pero el modelo se refiere a precios en condiciones de equilibrio del mercado. Y el equilibrio (neoclásico o de expectativas racionales) es ‘no estratégico’, en el sentido de que considera que los participantes incorporan información (‘aprenden’) pero no creen que pueden influir en los precios de mercado.

Las diferencias en las creencias previas (prior beliefs) o en la información que capta cada uno tienen un papel importante en el modelo si los participantes aprenden de lo que hacen los otros (es decir, cuando cada participante considera que los precios dependen de las acciones de él frente a lo que hacen los otros participantes). Lo cual es el concepto de equilibrio en teoría de juegos y de información.

En 1969 John Lintner formula un modelo de valoración con creencias heterogéneas de los participantes (*The aggregation of investors' diverse judgements and preferences in pure competitive markets*, publicado por *Journal of Financial and Quantitative Analysis*). El resultado es bastante complicado pero, al considerar que los inversores no tienen comportamientos estratégicos, el origen de las diferencias en creencias (en las creencias previas o en la información sobreviniente) no es relevante en los precios.

Para que las expectativas heterogéneas tengan un impacto explicable en los precios del mercado financiero no es suficiente reconocer diferencias en las creencias previas o en la información que recogen los participantes.

Se requiere reconocer también el proceso por el cual algunos participantes, en algunos estados futuros, racionalmente mantendrán esas diferencias. En ese caso, el precio de un título no es el valor fundamental que considera ahora cualquiera de los participantes, sino que es mayor, ya que incluye el valor de la opción de poder vendérselo a un participante que, en el futuro, le asigne un valor mayor al título. Esta es, por ejemplo, la conclusión de Michael Harrison y David Kreps en su artículo de 1978, *Speculative investor behavior in a stock market with heterogeneous expectations*.

Primeras pruebas empíricas de CAPM

Si bien la primera prueba estadística se plantea en 1969 (George Douglas, *Risk in the equity markets: An empirical appraisal of market efficiency*) la más difundida como inicial es la que se publica en 1972, en el libro *Studies in the Theory of Capital Markets*, realizada por Fischer Black, Michael Jensen y Myron Scholes y que informan en el artículo *The Capital Asset Pricing Model: Some empirical tests*.

1963

Hillier: La información probabilística como medida de riesgo de una inversión

En 1963 *Management Science* publica el artículo de Frederick S. Hillier *The derivation of probabilistic information for the evaluation of risky investments*. Es el primer planteo para derivar una distribución de probabilidad de los indicadores de rentabilidad de la inversión, tales como la tasa interna de rentabilidad, el valor actual neto, o el costo medio anual. El propósito es desarrollar “modos prácticos de derivar el tipo de información explícita, bien definida y comprensiva que es esencial para una valuación precisa de una inversión con riesgo”.

Para esto Hillier considera que si se estiman los importes del flujo de fondos del proyecto como variables aleatorias, el valor actual neto calculado con esos importes también será una variable aleatoria, con un valor esperado y una variancia. Esta última depende de la correlación serial de los importes periódicos. Plantea dos casos extremos: que los importes no estén relacionados, y que haya una completa autocorrelación positiva. Un tercer caso es la combinación de estos dos, considerando que el flujo de fondos tiene un componente independiente y uno totalmente correlacionado en el tiempo. Con el efecto de esta correlación en la variabilidad de los importes periódicos se obtiene la variancia del valor actual neto. Y con los dos momentos de la distribución ya calculados, se puede determinar, por ejemplo, la probabilidad de que el valor actual neto sea cero.

“Esta información referida a la distribución de probabilidad del valor actual neto permite una comparación probabilística precisa de dos inversiones alternativas.”

Más allá del modo en que se obtiene la distribución de probabilidad del valor actual neto a partir de la descripción probabilística de los importes periódicos, lo que ha tenido un gran impacto en la práctica de evaluación de proyectos es el propio planteo que hace Hillier de la distribución de probabilidad del VAN. Los momentos de esta distribución se pueden calcular con las fórmulas que deriva Hillier (según los supuestos que sean relevantes) o con los valores de una muestra simulada aleatoriamente. Lo importante es el significado de tal distribución de probabilidad del valor actual neto, que aún hoy suele interpretarse del modo que definió Hillier.

El valor actual neto como variable aleatoria únicamente tiene sentido si el flujo de fondos se actualiza con la tasa sin riesgo (aspecto al que Hillier se refiere en forma un poco vaga y confusa). El uso que propone de la distribución del VAN, sin embargo, se ha extendido ampliamente, por ejemplo entre quienes estiman una distribución de VAN a partir de los importes simulados del flujo de fondos.

Lamentablemente también se ha extendido el error de calcular la distribución de probabilidad de un valor calculado con una tasa de actualización ajustada por riesgo, sin considerar que en ese caso la distribución de probabilidad del VAN no depende de la distribución de probabilidad de los importes periódicos (que ya está ‘compensada’ en el valor con la tasa ajustada por riesgo), sino básicamente de una estimación probabilística de la propia tasa de actualización.



Frederick Hillier

1963

1975 – 1978 1989 1991

La teoría matemática del caos (chaos theory)

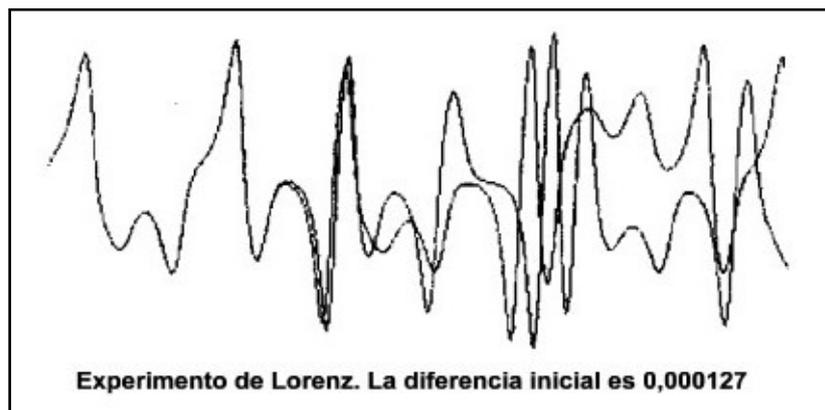
La teoría del caos es la descripción matemática del comportamiento de los sistemas dinámicos no lineales que, en algunas situaciones, son sensibles a las condiciones iniciales. Esta sensibilidad se manifiesta en el crecimiento exponencial de pequeñas diferencias en las condiciones iniciales. Por eso los sistemas caóticos parecen ser aleatorios, aunque sean deterministas. Esto es lo que los matemáticos denominan ‘caos’, que es exactamente lo contrario del significado común de la palabra, como un completo desorden. Los sistemas caóticos son ordenados, en el sentido de que tienen estructura, y pueden describirse completamente con medidas estadísticas.

Las nociones matemáticas de estos sistemas se plantean durante la primera mitad del siglo XX, y son utilizadas para explicar diversos tipos de turbulencias.

Sin embargo, el inicio del interés en lo que después se denominaría teoría del caos (chaos theory) se suele referir a los estudios de Edward N. Lorenz (1917–) acerca de la predicción climática mediante simulación. En tres artículos publicados en 1963 y 1964 (*Deterministic nonperiodic flow* y *The mechanics of vacillation*, publicados por *Journal of Atmospheric Sciences*; y *The problem of deducing the climate from the governing equations*, publicado por *Tellus*) Lorenz desarrolla las nociones básicas del efecto de pequeños cambios en las condiciones iniciales, de las cuales resulta la función de Lorenz, o atractor.



Edward Lorenz



B. Mandelbrot

Otra de las piezas del desarrollo de la teoría son los estudios de la geometría fractal de Benoît Mandelbrot (1924–) en los años 1960 [ficha 1938]. Mandelbrot reúne los resultados en su libro más conocido, *The Fractal Geometry of Nature*, de 1977.

Y en 1975 Mitchell Feigenbaum (1944–) formula otro de los elementos básicos para describir el comportamiento caótico: lo que después se denomina la ‘constante de Feigenbaum’, 4,6692. Este es el coeficiente de la diferencia entre los valores que ocurren en las bifurcaciones en períodos sucesivos. En su artículo de 1978, *Quantitative universality for a class of nonlinear transformations* (Journal of Statistical Physics) generaliza estas transiciones de fase entre cantidades próximas.



M. Feigenbaum

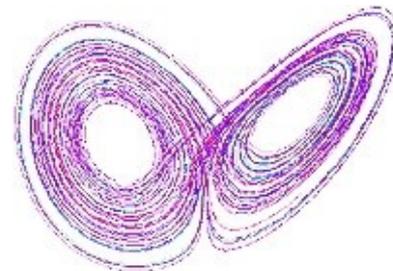
El gráfico del atractor de Lorenz se asemeja a las alas de una mariposa.



Edward Lorenz

Sin embargo, la denominación de ‘efecto mariposa’ (butterfly effect) resulta de un artículo de Lorenz presentado en 1979 en la reunión anual de American Association for the Advancement of Sciences (*Predictability: Does the flap of the butterfly’s wings in Brazil set off a tornado in Texas?*).

Para este efecto anteriormente Lorenz había utilizado la imagen del vuelo de una gaviota.



Atractor de Lorenz

La definición de la palabra ‘caos’ en matemática fue planteada en 1975, por James A. Yorke (1941–) y un estudiante que trabajaba con él, Tien Yien Li, en el artículo *Period three implies chaos* (publicado por American Mathematical Monthly).



James Yorke

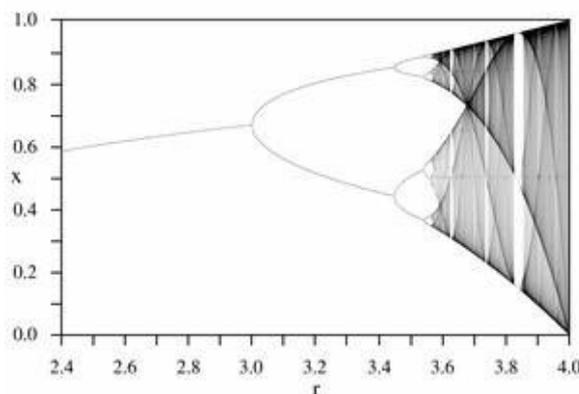


Diagrama de bifurcación y periodos de duplicación

Primeros estudios del comportamiento no lineal de los mercados financieros

La teoría del caos explica por qué en algunas situaciones es casi imposible formular predicciones. Se necesita conocer con un alto grado de exactitud las condiciones iniciales relevantes, para lo cual también se requiere conocer las ecuaciones que subyacen en el comportamiento subsiguiente. Los mercados financieros suelen mostrar períodos de estabilidad relativa, puntuados por períodos de comportamiento errático, y las transiciones pueden ser rápidas.

A fines de los años 1980 comienzan a realizarse estudios de algunos mercados financieros con modelos no lineales caóticos. El antecedente fundamental es el estudio de 1963 de Benoît Mandelbrot de la distribución no normal de rendimientos en algunos mercados, *The variation of certain speculative prices* (Journal of Business). Ahí considera que la distribución de los rendimientos no es normal, sino asimilable a una de la familia paretiana (cuya variancia no converge a un valor determinable).

Mandelbrot proporciona otras bases de análisis en *Robustness of the rescaled range R/S in the measurement of noncyclic long run statistical dependence* (Water Resources Research, 1969) y *When can price be arbitrated efficiently? A limit to the validity of the random walk and martingale models* (Review of Economic and Statistics, 1971).



Robert Savit

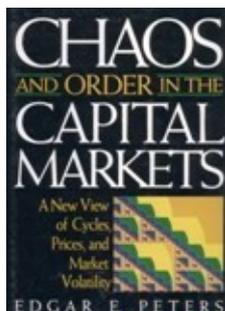
En 1988 Robert Savit (1949–) comenta la aplicabilidad de las nociones de caos en el artículo *When random is not random: An introduction to chaos in market prices* (Journal of Futures Markets). Y en 1989 Edgar Peters (1952–), en el artículo *Fractal structure in the capital markets* (Financial Analysts Journal), plantea el modo de realizar el análisis del comportamiento no lineal del mercado de títulos.

En 1991 Steven C. Blank estudia el mercado de futuros del índice S&P 500 y de la soja, analizando también la pauta de comportamiento caótico (no lineal). En el artículo *Chaos in futures markets? A nonlinear dynamical analysis*

(Journal of Futures Markets) muestra que las no linealidades son parcialmente deterministas, lo cual es consistente con una estructura de caos determinista.



Steven Blank



Edgar Peters (1952–) presenta una primera metodología completa para el análisis no lineal en su libro *Chaos and Order in the Capital Markets* (publicado en 1991 por Wiley).

Utiliza el análisis R/S (rescaled range) que un hidrólogo, Hurst, planteara en 1951 para el estudio del flujo del río Nilo. Así analiza los niveles de persistencia y ciclo de distintos tipos de títulos, a partir de la comprobación del comportamiento no lineal (o fractal) de los rendimientos de mercado.



Edgar Peters



Maurice Larrain

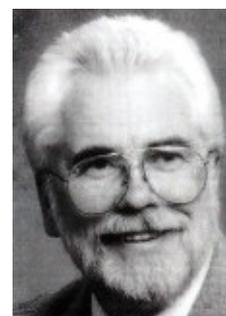
También en 1991 se plantean algunas formas de compatibilizar el comportamiento no lineal con la hipótesis de mercados eficientes. Maurice Larrain (1947–), en el artículo *Empirical tests of chaotic behavior in a nonlinear interest rate model* (publicado por Financial Analysts Journal) cambia el enfoque del camino aleatorio (random walk) para el análisis de rendimientos por un modelo combinado de un ‘mapa’ conductual (componente ‘fundamental’) al que denomina Z-map, y un componente no lineal de las tasas de interés pasadas (al que denomina K-map).

El modelo K-Z especifica que las tasas de interés tienen un comportamiento errático (o caótico) cuando el mapa K domina al mapa Z del mercado. Por esto, las tasas de interés pueden estar impulsadas por una estructura fundamental (macroeconómica) en algunos períodos, y también pueden tener períodos caóticos. Ambos permiten explicar de modo más completo el comportamiento del mercado.

El físico Tonis Vaga desarrolla la ‘hipótesis del mercado coherente’ en el artículo de igual título (*The coherent market hypothesis*, Financial Analysts Journal, 1991), considerando un modelo sociológico de imitación en grupos sociales. Los mercados alistas coherentes (en los que el rendimiento domina al riesgo) desembocan en fases caóticas en las que se invierte la relación. En su libro de 1994, *Profiting from Chaos*, desarrolla las aplicaciones para la selección de inversiones.

Las técnicas de teoría del caos son básicamente explicativas y descriptivas. Por el propio planteo existe una dificultad importante cuando se buscan modelos para pronóstico: la teoría señala la sensibilidad a las condiciones iniciales, y es difícil especificar relaciones matemáticas a partir de los datos (si bien hay un intenso desarrollo en este aspecto).

El análisis con estas técnicas permite evaluar el grado de estabilidad del mercado financiero. Si el mercado está en un estado caótico es básicamente impredecible, tal como plante la propia teoría; si el mercado está en una fase más predecible (aún en condiciones complejas) se habilita la utilización de técnicas de pronóstico tales como análisis de series o algoritmos genéticos [ficha 1975].



Tonis Vaga

En el libro de divulgación publicado en 2004 *The (mis) Behavior of Markets. A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward*, Benoît Mandelbrot (con el editor periodístico Richard Hudson) resume “diez herejías” de la perspectiva fractal de los mercados financieros:

1. Los mercados son turbulentos (en el sentido técnico del término)
2. Los mercados son muy, muy riesgosos, más de lo que se imagina a partir de las teorías estándar
3. Considerar el ritmo del mercado (market timing) es algo que generalmente funciona: grandes ganancias y pérdidas se concentran en pequeños ‘paquetes de tiempo’
4. Los precios con frecuencia no planean sino que saltan
5. En los mercados el tiempo es flexible
6. Los mercados de diferentes momentos y lugares se parecen
7. Los mercados son inherentemente inciertos, y las burbujas son inevitables
8. Los mercados son engañosos
9. El pronóstico de precios puede ser peligroso, pero se puede estimar la probabilidad de la volatilidad futura
10. En los mercados financieros la idea de ‘valor’ tiene valor limitado

Los predictores en el borde del caos

En 1985 los físicos Norman Packard (1954–) y J. Doyne Farmer (1952–) piensan que sus investigaciones en teoría del caos y algoritmos genéticos [ficha 1975] pueden ayudarlos a construir un sistema para predecir el mercado de acciones.

Desde los años 1970 ambos se dedican a esos temas teóricos en crecimiento; y en 1988 Norman Packard acuña la expresión ‘el borde del caos’, al utilizarla en su libro *Adaption Toward the Edge of Chaos*. Ambos son exitosos en el ámbito académico, donde sus indagaciones los llevan a estudiar algunos aspectos de los mercados financieros. Pero se cansan de la presión para realizar constantemente propuestas de investigación. Esto los impulsa de la teoría al comercio.

En 1991 forman The Prediction Company en Santa Fe, Nuevo México (previamente descartaron nombres tales como Infinite Regress, Nostradamus, The Vision Thing y Dukes of Destiny).

La empresa se dedica a desarrollar un modelo con el que predecir lo que podría pasar en el mercado en un cierto lapso.

Farmer señala: “Comenzamos suponiendo que la utilización de técnicas sofisticadas para el análisis temporal nos daría una clara ventaja que podría permitirnos obtener ganancias. Pero vimos que no hay balas mágicas. Tuvimos que pensar mucho acerca de cómo funcionan los mercados financieros, y estructurar nuestros modelos para que los datos nos hablaran. Los datos no nos hablaban automáticamente.” Después de tiempos difíciles para la empresa, ya que demoraron tres años en crear modelos que permitieran realizar transacciones produciendo ganancias consistentes, “fue bastante fácil que Wall Street se interesara en lo que pensábamos”.

Thomas Bass narra la historia de la empresa en el libro *The Predictors (How a Band of Maverick Physicists Used Chaos Theory to Trade Their Way to A Fortune on Wall Street)* (1999) Señala que ellos se dieron cuenta de que los mercados no parecen tener atractores como los sistemas caóticos. De hecho, la teoría del caos no parece ser un buen modelo para los mercados financieros. En vez de eso, los mercados se asemejan a las interacciones predador-presa que describen las ecuaciones de Lotka-Volterra, si bien son mucho más complejos. Los modelos, aún los modelos con poder predictivo en los mercados, no son suficientes como para crear la máquina de dinero que los fundadores de The Prediction Company soñaban.

Pese al nombre de la empresa, se desarrolla un sistema para definir cuantitativamente la forma de realizar las transacciones financieras (trading system), y no para predecir el mercado. Porque la habilidad para construir el modelo de un mercado basado en un sistema dinámico no significa necesariamente que ese modelo tenga algún valor predictivo. Este es el arte secreto de los sistemas de negociación financiera.

El software de The Prediction Company es utilizado por UBS, Unión de Bancos Suizos, de la cual la empresa es subsidiaria.

Por eso Nina Mehta (en derivativestrategy.com) comenta: “¿La empresa ganó dinero? Sí, en efecto, un montón de dinero. ¿Obtuvieron ese dinero de los mercados de capital, como quien le quita un dulce a un niño? No exactamente.”



Norman Packard



Doyne Farmer

1964

Incertidumbre y decisiones de inversión: El enfoque de preferencia tiempo-estado

Jack Hirshleifer (1925–2005) combina el tratamiento de Irving Fisher [ficha 1906] de las decisiones de inversión (preferencia temporal en condiciones de certidumbre) con la noción de Kenneth Arrow [ficha 1953] de la elección en condiciones de incertidumbre. Formula así una teoría generalizada de la inversión, “en la cual los objetos de elección son oportunidades de consumo en fechas alternativas y estados especificados del mundo”, a las que denomina ‘derechos en tiempo-estado alternativos’ (time-state claims).

El marco conceptual se plantea en un artículo publicado en 1964, *Efficient allocation of capital in an uncertain world* (American Economic Review). Realiza el desarrollo en dos artículos posteriores publicados por Quarterly Journal of Economics en 1965 y 1966: *Investment under uncertainty: Choice-theoretic approaches*, y *Investment under uncertainty: Applications of the state-preference approach*.

Los objetos de inversión son activos reales. “Un individuo que posee un activo real puede emitir derechos sobre él (puede ‘financiar’ su tenencia de activo), y tiene una variedad de alternativas para hacer esto. Cada alternativa genera una forma más o menos compleja de activos financieros, que sustituyen a los activos reales en las carteras de los inversores.”

En condiciones de incertidumbre un enfoque es considerar que “los objetos de elección fundamentales (que subyacen a las particularidades de los activos individuales) son la media y la variabilidad del rendimiento futuro, donde variabilidad se refiere a fluctuaciones aleatorias más que a fluctuaciones cronológicas. (...) Los activos (o carteras de activos) se reducen a sus medidas subyacentes de media y variancia. Una reducción alternativa es la del enfoque de estado-preferencia”, de modo que se elige entre derechos contingentes de consumo (contingentes al estado del mundo que prevalece), y no entre medidas estadísticas que resultan de la distribución de probabilidad de las oportunidades de consumo a partir de los activos.

Hirshleifer además apunta: “Un aspecto sorprendente del modelo de ‘preferencia tiempo y estado’ es que lleva a una teoría de la decisión en condiciones de incertidumbre que excluye enteramente la ‘vaguedad’ que usualmente asociamos con la incertidumbre. La incertidumbre en este modelo toma la forma de creencias completamente precisas de los recursos, las oportunidades productivas, etc., justo como en el caso de certidumbre. La única diferencia es que las creencias se expanden en los estados del mundo alternativos y en los períodos de tiempo sucesivos. Y se suponen creencias precisas de las probabilidades de estos estados alternativos.” “Esto sin duda carece de la ‘verosimilitud’ psicológica del estado mental de confusión y duda que comúnmente se experimenta en condiciones de incertidumbre. Pero los supuestos con realismo descriptivo no son un criterio esencial para una teoría útil. Así, los mapas de indiferencia son también poco descriptivos de estados mentales, y sin embargo son muy utilizables.” “Se requiere un retrato ‘des-psicologizado’ de la incertidumbre para un análisis fructífero de la elección en condiciones de riesgo.”



Jack Hirshleifer

1964

La serie de rendimiento de las acciones desde 1926

A principios de los años 1960 Lawrence Fisher (1929–) y James H. Lorie (1922–2005) trabajan en la formación de una base de información de títulos en la Universidad de Chicago, el Center for Research in Security Prices (CRSP), con el auspicio de Merrill Lynch, Pierce, Fenner & Smith. En 1964 completan el estudio comparativo de rendimiento de acciones, *Rates of return on investment in common stocks* (publicado por Journal of Business), el primer estudio sistemático del comportamiento de esos rendimientos.

En este primer estudio de carteras de acciones observan que el rendimiento de las acciones en ese extenso período es sorpresivamente grande (en comparación con la tasa de interés).

Más allá de estas conclusiones específicas el trabajo de Fisher y Lorie tuvo dos consecuencias relacionadas: 1) inició la formación de una base de datos que se ha utilizado en numerosos estudios posteriores, lo cual es una contribución al desarrollo de la investigación acerca del rendimiento de los títulos; y 2) definió una fecha inicial de la serie de datos, 1926, que ha sido característica en muchos análisis estadísticos del rendimiento del mercado (incluyendo los estudios iniciales de Ibbotson y Sinquefeld en 1976).

El siglo XX, para estos estudios de rendimiento, parece aún más corto que el siglo corto que estudia el historiador Eric Hobsbawm (para quien se inicia con la Primera Guerra Mundial, en 1914).

Se elige esa fecha por disponibilidad de información a principios de los años 1960 (entre ella, el índice diario de valor de Standard Statistics) [ficha 1923], y luego se mantiene aún con la ampliación de los datos disponibles.

En dos estudios posteriores Fisher y Lorie examinan los rendimientos anuales y las distribuciones del rendimiento de carteras de títulos, en diferentes períodos, para evaluar la variabilidad de los rendimientos (*Rates of return on investment in common stocks: The year-by-year record, 1926-1965*, Journal of Business, 1968, y *Some studies of variability of returns on investments in common stocks*, Journal of Business, 1970).

En 1977 reúnen los aspectos metodológicos y conclusiones del rendimiento en el libro *A Half Century of Returns on Stocks and Bonds: Rates of Return on Investments in Common Stocks and on U.S. Treasury Securities, 1926-1976*.



Lawrence Fisher



James Lorie

1964

Técnica de árbol para las decisiones de inversión

Harvard Business Review siempre ha procurado establecer un nexo entre los desarrollos académicos y la práctica directiva de avanzada. En 1964 dos artículos de John D. Magee hacen la ‘presentación directiva’ de los árboles de decisión de un modo atractivo e incitante: *Decision trees for decision making* y *How to use decision trees in capital investment*.^(*)

Los árboles de decisión se plantean de modo formal dentro de la estructura de la teoría de juegos de estrategia de von Neumann y Morgenstern. Herbert Simon (1916–2001) comenta en 1957 (*Administrative Behavior*): “La idea de representar el posible comportamiento futuro como un ‘árbol’, en el que varias ramas nacen de cada punto de



John D. Magee



Herbert Simon

elección, de modo que el individuo tiene que seleccionar, en cada uno de tales puntos, la rama a seguir, es un concepto mucho más antiguo que la teoría moderna de los juegos. Aparece ya en publicaciones de 1893, y es intuitivamente familiar a la mayoría de los ajedrecistas y los psicólogos que han realizado el experimento de las ratas que buscan el camino más conveniente a través de un laberinto.”

Von Neumann y Morgenstern establecen este elemento como una característica del decididor racional. En los años '40 y '50 las técnicas estadísticas para la solución de problemas de decisión tienen un importante desarrollo, y también las soluciones matemáticas a los planteos de optimización. John von Neumann, Paul Samuelson, Kenneth Arrow, el mismo Herbert Simon, Richard Bellman, y muchos otros, dan forma a los fundamentos y extensiones que permiten aplicar la lógica del decididor racional en un mundo incierto y dinámico, lo cual requiere soluciones de optimización estocástica en el tiempo.

El concepto de árbol para analizar las decisiones es familiar, formalmente, desde los años 1940 y 1950, en que se desarrollan los fundamentos formales de la solución del árbol según las subtrayectorias (las ‘ramas’) con mayor valor esperado. De hecho, Pierre Massé lo utiliza como base de su concepción de las decisiones de inversión (en su libro de 1959 *Le Choix des Investissements*), y Howard Raiffa y Robert Schlaifer lo ubican en la teoría de decisiones en su libro de 1961 *Applied Statistical Decision Theory*.

Pero el nexo comunicativo entre la teoría y los usuarios potenciales es muy importante en las cuestiones de negocios, y esto es lo que hace John D. Magee.

(*) John D. Magee es un experto en investigación de operaciones (operations research) que no debe confundirse con John Magee, experto en análisis técnico bursátil, coautor con Robert Edwards del libro *Technical Analysis of Stock Trends* [ficha 1890]

1965

Comportamiento de los precios en el mercado de títulos: Hipótesis de mercados eficientes

En los años 1960 Eugene F. Fama (1939–) trabaja en una compañía financiera pequeña mientras estudia en Boston. Su tarea es analizar datos de los mercados financieros para obtener indicaciones de ‘comprar’ o ‘vender’ títulos.

Como no obtiene estas ‘señales’ de los datos de precios se ve incentivado a estudiar economía en Chicago. Su tesis doctoral se publica completa en 1965 en el *Journal of Business: The behavior of stock market prices*. *Financial Analysts Journal* publica un resumen, *Random walks in stock market prices*.

La idea de un ‘recorrido aleatorio’ de los precios en el mercado financiero parece contradecir la noción económica de que los precios están determinados por la oferta y la demanda. Sin embargo, ese comportamiento fue observado por Bachelier, Cowles, Working y Kendall en diversos contextos y épocas, y también por Granger y Morgenstern y por Fama en los años ‘60, con métodos estadísticos más poderosos que los disponibles en esos estudios iniciales.

En la misma época del estudio de Fama, Paul Samuelson (1915–) plantea formalmente la prueba del mercado eficiente en su artículo de 1965 (*Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly*) a partir de la teoría de las expectativas racionales que John Muth (1930–2005) formula en 1961 (*Rational expectations and the theory of price movements*, artículo publicado por *Econometrica*).

De un modo original, Samuelson interpreta que los mercados financieros no responden a las leyes de oferta y demanda porque funcionan ‘demasiado’ bien. Si los precios son predecibles (es decir, no fluctúan aleatoriamente) alguien puede explotar este hecho comprando o vendiendo títulos.



Eugene Fama



Paul Samuelson



Benoît Mandelbrot

Benoît Mandelbrot (1924–) (el ‘creador’ de los fractales) aporta los fundamentos adicionales en *Forecasts of future prices, unbiased markets, and ‘martingale’ models* (*Journal of Business*, 1966).

Estas son las bases conceptuales de la hipótesis del mercado eficiente (EMH, Efficient Market Hypothesis). Los mercados son eficientes en información cuando toda la información referida a un título (pública, y hasta privada) se refleja inmediatamente en el precio. Los cambios de los precios parecen aleatorios porque los inversores, en su búsqueda de ganancia, explotan todas las oportunidades de arbitraje.

La consecuencia de la hipótesis del mercado eficiente es que no pueden obtenerse sistemáticamente ganancias por encima del mercado, a igual riesgo.

John Muth y la hipótesis de expectativas racionales

Hay dos ideas en torno a la noción de expectativas racionales que son una distorsión del contexto en que fue planteada: 1) que la noción supone racionalidad plena de los individuos y las organizaciones (plena como opuesta a racionalidad limitada, o acotada, *bounded rationality*, en el sentido de Herbert Simon); y 2) que es un concepto principalmente útil para los modelos de equilibrio macroeconómico.



John Muth

En su artículo de 1961 John Muth señala: “Para completar los modelos económicos dinámicos se han utilizado varias fórmulas de expectativas. Sin embargo, hay poca evidencia de que tales presuntas relaciones tengan algún parecido con el modo en que la economía funciona.” “Me gustaría sugerir que las expectativas, puesto que son predicciones informadas de acontecimientos futuros, son esencialmente iguales que las predicciones de la teoría económica relevante. A riesgo de confundir esta hipótesis puramente descriptiva con un pronunciamiento acerca de cómo deben actuar las empresas, denominaré racionales a tales expectativas.”

En la época en que desarrolla esta hipótesis Muth mantiene relaciones de cercanía y de trabajo con Herbert Simon, que ya ha sentado las bases de su modelo de decisión con racionalidad limitada. En esa época ambos trabajan en Carnegie Mellon. Simon había organizado la Graduate School of Industrial Administration después de dejar la Universidad de Chicago, donde se doctoró en 1946 con su tesis, publicada como libro en 1947 (*Administrative Behavior*). La segunda edición del libro se realiza en ese período, en 1957, con cambios importantes de conceptos.

A fines de los años 1950, John Muth y Herbert Simon, junto con Charles Holt y Franco Modigliani, están preparando un libro de problemas de programación de producción y gestión de inventarios, que se publica en 1960 (*Planning Production, Inventories, and Work Force*). Simon considera que las reglas de decisión óptima podrían ser funciones lineales de las variables que describen el contexto de la decisión. De este modo, sólo se tienen en cuenta los valores esperados, y no los momentos de orden mayor, simplificación que parece más adecuada a las limitaciones de cálculo de los individuos y la confianza que pueden tener en la precisión de cálculos más complicados.

Muth advierte que esto implica una gran sensibilidad a la forma en que se plantea el problema (el ‘contexto de la decisión’), lo que lleva indirectamente a la formulación de las expectativas. Se requiere una teoría de expectativas que refleje el posible comportamiento de individuos y empresas, que sea mejor que la regla ad-hoc de expectativas adaptativas que planteaban Milton Friedman y otros.

La hipótesis de Muth de la formación de expectativas se formula, entonces, con una perspectiva microeconómica del comportamiento de individuos y empresas frente a la información disponible. De hecho, es un cuestionamiento a los supuestos de la macroeconomía keynesiana predominante en los años 1950 y 1960. Argumenta que las personas no cometen errores sistemáticos en el mercado, y utilizan toda la información disponible para comprender la situación económica que enfrentan.

Esto puede parecer bastante obvio ahora, cuando hay continuas referencias al grado en que los mercados financieros ‘anticipan’ la política monetaria. Pero no lo era en esos años, al punto de que Richard Nixon dice en 1971: ‘Ahora somos todos keynesianos’.

Ike Brannon (*Re-membering the man behind rational expectations*, 2006) comenta: “La economía keynesiana fue construida sobre la base de que las personas tienen poca perspicacia y que no puede confiárseles el tomar decisiones económicas racionales. Por eso los keynesianos concluían que el gobierno necesita conducir el barco económico en aguas estables (ya que estaban convencidos de que los empresarios y los trabajadores eran demasiado torpes para hacerlo correctamente por sí solos).”

“Porque Muth cuestionó la creencia keynesiana al decir que esos trabajadores y empresarios eran por lo menos igual de inteligentes que los burócratas del gobierno, su artículo recibió poca atención inicialmente. Desalentado por la falta de una reacción, Muth pronto abandonó esa área de investigación.”

“Dado el excepcional desempeño de la economía en los años 1960 pocos tenían alguna razón para cuestionar la ortodoxia económica de aquel entonces. El modelo de las expectativas racionales sólo toma fuerza en la teoría económica cuando Robert Lucas decide utilizar el concepto de Muth para explicar por qué la curva de Phillips [la relación inversa entre inflación y desempleo] dejó de funcionar durante la era de la ‘stagflation’ de los años 1970. Las expectativas racionales decían que la curva de Phillips no tenía sentido: puede que las personas no tomen decisiones óptimas económicamente todo el tiempo, pero no pueden ser consistentemente engañados por las políticas gubernamentales.”

Desde el punto de vista de la teoría macroeconómica y de la política económica, “el concepto de Muth fue una defensa de la idea de la racionalidad de los individuos y las empresas, cuando necesitaba ser defendida”.

Mientras tanto, su principal impacto se produjo en la comprensión del funcionamiento de mercados tales como los financieros y los de commodities. Uno podría pensar que la noción de expectativas racionales es la racionalidad microeconómica que está implícita en las funciones de búsqueda de información de los enfoques conductuales de las decisiones de la empresa.

Mercados eficientes y política económica

“La macroeconomía de 1965 tenía un enfoque característico del problema que John Maynard Keynes rotuló como ‘las fuerzas oscuras del tiempo y la ignorancia’. “Keynes mismo enfatizó lo inadecuado de la razón humana para enfrentar el problema, y puso su confianza en varios ‘cuerpos semi autónomos dentro del Estado’. La respuesta de Keynes a la incertidumbre radical fueron mecanismos de control social que él confiaba que permitirían atravesar el caos, preservando la parte positiva de la libertad de los individuos, mientras que los protegía del costado negativo de la barbarie económica y social. Aún después de todos los cambios producidos desde Keynes, la macroeconomía moderna ofrece básicamente la misma respuesta, si bien poniendo el foco más en el banco central como el ‘cuerpo semi autónomo’ más significativo para ese propósito.

“Las finanzas modernas tienen una respuesta diferente para el mismo problema: mecanismos de control de riesgo que hacen uso de mercados financieros altamente desarrollados. Como en Keynes, se reconoce que la razón humana individual no puede enfrentar ‘las oscuras fuerzas del tiempo y la ignorancia’, y la respuesta es confiar en una razón colectiva. La diferencia es que el mercado eficiente, en vez del Estado, aparece como el mejor agente de esa razón colectiva.”

(Perry Mehrling, *The development of macroeconomics and the revolution in finance*, 2005)

1965
1982

La función económica del 'mercado de control societario'

El concepto de 'mercado de control societario' fue planteado por Henry Manne (1931–) en 1965, en el artículo *Mergers and the market for corporate control*, publicado por *Journal of Political Economy*.

Para que los recursos sean utilizados eficientemente se requiere que las empresas sean conducidas por los directivos más capaces y competentes. En la economía capitalista moderna esto se alcanza mediante las transacciones en el mercado de control societario. Transacciones tales como fusiones y adquisiciones (mergers and acquisitions, M&A), ofertas de adquisición (tender offers) y disputas de poder (proxy fights) son los medios con los que se producen los cambios del control de las empresas (de sus recursos y estrategias).

En los años 1970 en Estados Unidos se inicia un proceso de readecuación de las empresas, frente a los cambios en las condiciones económicas y la pérdida de competitividad después del largo período de expansión y bonanza (los 'dorados '60'). Estas transacciones cubren toda la gama de transferencias de control, y generan una cantidad de instrumentos para el financiamiento de las operaciones y para la defensa de las empresas.



Michael Jensen



Richard Ruback

En 1982 se realiza el simposio *The Market for Corporate Control*. "La corporación ha sido una invención social enormemente productiva, y aún hoy la teoría de cómo y por qué funciona y sobrevive esta compleja institución es poco comprendida por las comunidades legal, académica, política y regulatoria. Para tener esta comprensión se requiere el desarrollo de nuevos principios en la teoría de las organizaciones y nueva evidencia acerca del comportamiento de las organizaciones."

En el simposio se discuten diversos aspectos empíricos: los efectos de riqueza de las fusiones, de las ofertas públicas de adquisición y de las disputas por el control, las fuentes de las ganancias de las fusiones, la relación de intereses de accionistas y directivos, el valor del control.

Michael C. Jensen (1939–) actúa como organizador, y con Richard S. Ruback (1954–) establecen una definición analítica de ese campo de actividades empresarias en el artículo *The market for corporate control: The scientific evidence*.

Los estudios discutidos en el simposio se publican en el *Journal of Financial Economics* en 1983.



Henry Manne

1965
1977

El valor de un flujo de fondos incierto: ¿flujo equivalente a certeza actualizado o flujo actualizado con una tasa ajustada por riesgo?

La utilización de equivalentes a certeza es uno de los cuatro métodos que existen para obtener la expresión de la función de utilidad von Neumann-Morgenstern del decididor (ya que en ese planteo son cuatro los elementos que pueden expresarse: un importe seguro, una probabilidad de ganar un importe en un juego, y el importe menor que es el resultado de ese juego, con una probabilidad complementaria).

La teoría de decisión plantea el valor esperado con los equivalentes a certeza de las alternativas. La teoría financiera considera la traducción de la función de utilidad en la tasa con la cual se obtiene el valor actual para el decididor (risk-adjusted discount rate).

En 1965 Alexander A. Robichek (1925–1978) y Stewart C. Myers (1940–), en su libro *Optimal Financing Decisions* (Prentice Hall) y más formalmente en el artículo *Conceptual problems in the use of risk adjusted discount rates* (Journal of Finance) muestran que ambos procedimientos no proporcionan medidas similares de valor: la tasa de actualización ajustada por riesgo supone una pauta única de aumento del riesgo en el tiempo. La validez de este supuesto está limitada a condiciones específicas de la decisión y del mercado financiero.



Stewart Myers

Stewart Myers y Stuart Turnbull en 1977 consideran este mismo hecho dentro del encuadre de CAPM como fundamento de la tasa de rendimiento requerido ajustada por riesgo. En el artículo *Capital budgeting and the capital asset pricing model: Good news and bad news* (Journal of Finance) concluyen que los ‘beta’ de los activos (genéricamente, de proyectos de inversión) dependen de la evolución del riesgo en el tiempo del proyecto y su relación con el mercado.



Stuart Turnbull

En un comentario acerca del planteo de Myers y Turnbull, Robert S. Hamada se pregunta: “¿Por qué la profesión de finanzas está aparentemente obsesionada con el enfoque del costo de capital ajustado por riesgo (risk-adjusted cost of capital) para la selección de proyectos, cuando todas las consideraciones teóricas apuntan a utilizar un enfoque de equivalente a certidumbre? Se emplea todo tipo de aproximaciones simplificadoras, contorsiones,



Robert Hamada

y manipulaciones matemáticas, meramente para encuadrar la formulación en el formato del costo de capital ajustado por riesgo.”

La característica que Alfred Pigou denominaba en 1932 la ‘defectuosa facultad telescópica’ de la actualización convencional continúa hasta ahora siendo objeto de indagación, con el estudio del equivalente a certidumbre en mercados financieros, y de las condiciones de aplicación de una función decremental para la tasa de actualización ajustada por riesgo (declining discount rate, DDR).

1965
 1971 1985 1987

Lotfi Zadeh: De las 'cantidades borrosas' a la 'lógica borrosa'

Lotfi Zadeh (1921–) utiliza la palabra fuzzy (borroso, difuso) para designar las medidas en sistemas complejos antes de concebir la 'lógica borrosa' (fuzzy logic).

En un artículo de 1962 (*From circuit theory to system theory*, en Proceedings of Institution of Radio Engineers) señala que para tratar con sistemas biológicos “necesitamos un tipo radicalmente diferente de matemática, la matemática de las cantidades borrosas (fuzzy) o nubosas (cloudy) que no son describibles en términos de distribuciones de probabilidad”.

Analiza esta idea, un poco más formalizada, con su amigo Richard Bellman (1920–1984) (el creador de la programación dinámica [ficha 1952]), quien lo alienta a desarrollar la teoría. La lógica borrosa se funda en 1965, al definirse formalmente los 'conjuntos borrosos' (fuzzy sets) en un marco multivalente que los distingue de los 'conjuntos nítidos' (crisp sets). En el número de junio de 1965 de Information and Control se publica el artículo de Zadeh *Fuzzy sets*. En 1971 Zadeh completa los fundamentos de la lógica borrosa en el artículo *Quantitative fuzzy semantics* (publicado por Information Sciences).



Lotfi Zadeh

El concepto en sí no es nuevo. Ya en el siglo V antes de Cristo, ciento cincuenta años antes de Aristóteles, Anaxágoras decía que las cosas del universo no están cortadas como con un hacha, el calor separado del frío o el frío del calor. Como apunta después Zadeh, la noción de conjuntos borrosos “fue una idea ridículamente simple, pero vi su importancia de inmediato”.

Lo que Zadeh desarrolla es un modo de computar magnitudes borrosas, de modo de procesar información reconociendo que los elementos pueden pertenecer a más de un conjunto. Esta es la diferencia con los conjuntos nítidos, en cuya lógica hay sólo dos estados: un elemento pertenece o no pertenece a un conjunto.

La lógica borrosa es básicamente una herramienta de decisión, y sus primeras aplicaciones se realizan en sistemas de control. En los años 1970 Ebrahim Mamdani (1946–), en Gran Bretaña, establece los vínculos entre los sistemas lingüísticos y el razonamiento aproximado, y se desarrollan los primeros sistemas de control borroso para la regulación de maquinarias.

Esto se resume en los artículos iniciales de Mamdani: *An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller* y *Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers* (publicados por International Journal of Man-Machine Studies en 1975 y 1976) y *Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic systems* (IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1977).



Lotfi Zadeh



Ebrahim Mamdani



Lotfi Zadeh

Lotfi Zadeh [se pronuncia tsade] nace en Bakú (Azerbaiján) y pasa su juventud en Teheran, en el país de origen de su padre, un periodista iraní, adonde retorna la familia cuando Stalin expande la colectivización en la Unión Soviética. En 1944 emigra a Estados Unidos, y cambia su nombre, Lotfi Aliaskerzadeh, a Lotfi Asker Zadeh.

Zadeh completa su formación de ingeniería eléctrica en MIT, y después va a trabajar a Columbia University. En los años 1950 desarrolla el marco teórico general del circuito eléctrico, al que denomina 'system theory'. Esta es una formulación matemática, y por eso es distinta de la noción planteada en 1951 por el biólogo húngaro Ludwig von Bertalanffy (1901–1972) de una 'teoría general de sistemas' (general systems theory, con 'sistemas', en plural). Ya en esa época Zadeh considera muy importante la lógica multivalente (la lógica que reconoce valores intermedios entre lo verdadero y lo falso) para las aplicaciones computacionales de problemas de control.

Se refleja así la forma en que una persona toma decisiones a partir de información imprecisa, vaga, incompleta o 'con ruido'. Como apunta Zadeh, las personas no requieren información numérica precisa del ambiente que las rodea para realizar tareas de control altamente adaptable (como caminar o conducir un automóvil). La lógica borrosa permite programar los controladores para trabajar con información de entrada imprecisa o con ruido, y así los sistemas de control pueden trabajar de modo más eficiente.



Didier Dubois

En 1970 Richard Bellman y Lotfi Zadeh comentan el uso de conjuntos borrosos para el análisis de decisiones (*Decision-making in a fuzzy environment*, publicado por Management Science). Apuntan que el uso de técnicas probabilísticas implica la presencia de aleatoriedad, y en muchas decisiones la incertidumbre no se considera bajo la forma de aleatoriedad, sino con descripciones aproximadas.



Henri Prade

La lógica borrosa y los desarrollos posteriores (tales como los de Didier Dubois (1952–) y Henri Prade (1952–) de la teoría de posibilidad, la forma del razonamiento aproximado y basado en casos, case-based reasoning), permiten tratar computacionalmente esas formas discursivas.

Inicialmente la lógica borrosa fue tratada con escepticismo en Estados Unidos; Zadeh comenta que, a veces, la actitud fue directamente hostil. Esto tiene causas culturales, que no fueron importantes en otros ámbitos.

Los conceptos se difunden en los años 1970 en países europeos y Japón. Por eso son investigadores europeos y orientales quienes realizan los primeros desarrollos:

- 1973 Mamdani (control de una máquina de vapor)
- 1977 Holmblad y Ostergaard (control borroso de un molino de cemento)
- 1980 Tong (tratamiento de aguas residuales)
- 1983 Hirota y Pedrycz (conjuntos borrosos probabilísticos)

- 1983 Takagi y Sugeno (derivación de reglas)
- 1984 Sugeno y Murakami (aparcamiento de un trailer)
- 1985 Kiszka, Gupta y Nikiforuk (estabilidad de sistemas borrosos)
- 1985 Togai y Watanabe (chip borroso)
- 1986 Yamakawa (hardware de un controlador borroso)
- 1988 Dubois y Prade (razonamiento aproximado).

La expansión de la 'lógica borrosa'

En la actualidad hay muchos miles de artículos que se refieren a temas de lógica borrosa, así como miles de patentes, y de científicos que trabajan en centros de desarrollo. Existen doce journals en cuyo título está la palabra fuzzy.

Desde mediados de 1980 existen aplicaciones de fuzzy logic en sistemas computarizados de control. En 1987 comienza a funcionar el tren subterráneo de Sendai (Japón) manejado con un sistema de control borroso. También desde esa época se incorpora el control con lógica borrosa a bienes electrónicos de consumo. En Japón se ha incorporado al vocabulario japonés la palabra en inglés fuzzy (aunque allí se pronuncia como 'fadgy', y no 'fazi').

En los años 1980 se realizan las primeras aplicaciones de la lógica borrosa a las medidas financieras. En la reunión de 1985 de Fall Industrial Engineering Conference (Institute of Industrial Engineers) T. L. Ward presenta su estudio *Discounted fuzzy cash flow analysis*, donde considera los importes del flujo de fondos como números trapeciales.

En 1987, en el artículo *Fuzzy mathematics of finance* (en Fuzzy Sets and Systems) James J. Buckley (1936–) se basa en los desarrollos de Didier Dubois y Henri Prade (*Ranking fuzzy numbers in the setting of possibility theory*, Information Sciences, 1983, y *The mean value of a fuzzy number*, Fuzzy Sets and Systems, 1987) para obtener los análogos borrosos en problemas básicos de interés compuesto, y para aplicar la teoría de posibilidad (possibility theory) al análisis de carteras.

El cálculo del valor actual es una representación borrosa no lineal bastante complicada. Chui-Yu Chiu y Chan S. Park, en el artículo *Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion* (The Engineering Economist, 1994), desarrollan una forma aproximada para la evaluación de proyectos, utilizando números triangulares para los importes del flujo de fondos.

Y Christer Carlsson y Robert Fullér desarrollan la fórmula para obtener una tasa de rentabilidad borrosa a partir de números triangulares (*On fuzzy internal rate of return*, Turku Centre for Computer Science, 1998).

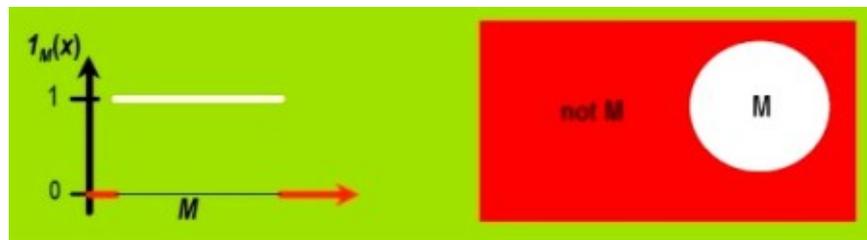
Números borrosos



Georg Cantor

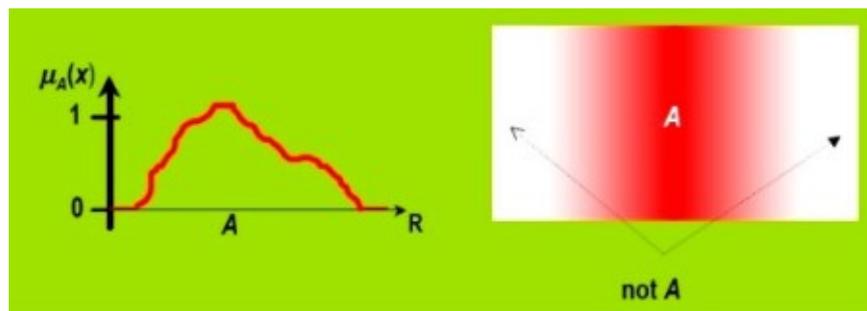
La definición más habitual de conjunto es la estipulada por Georg Cantor (1845–1918): Un conjunto (set) es una colección en una totalidad M de objetos m definidos y separados según nuestra intuición o pensamiento

[Unter einer Menge verstehen wir jede Zusammenfassung M von bestimmten, wohlunterschiedenen Objekten m unserer Anschauung oder unseres Denkens (welche die Elemente von M genannt werden) zu einem Ganzen.]



Conjunto nítido (crisp set)

Un número borroso A es un conjunto borroso (fuzzy set) en el espacio real con una función de pertenencia normal (borrosa) convexa y continua. Como define inicialmente Zadeh: “Un conjunto (clase) borroso A en X se caracteriza por una función de pertenencia (función característica) $\mu_A(x)$ que asocia con cada punto en X un número real en el intervalo $[0,1]$, y el valor $\mu_A(x)$ para x representa el ‘grado de pertenencia’ de x en A .”



Conjunto borroso (fuzzy set)

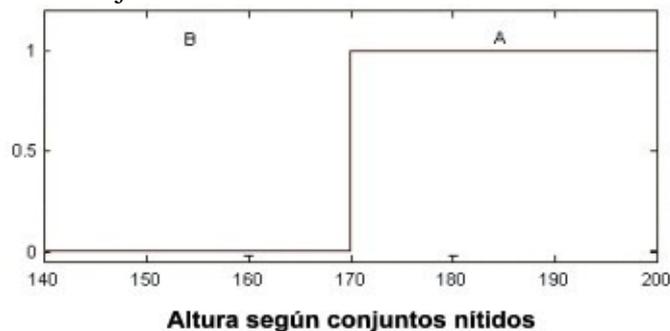
Se consideran familias de números borrosos, cuya función de pertenencia puede tener forma triangular (cuando hay un único elemento máximo), rectangular, trapecial, gaussiana o sigmoideal. Las funciones que suelen utilizarse son triangulares y trapeciales:



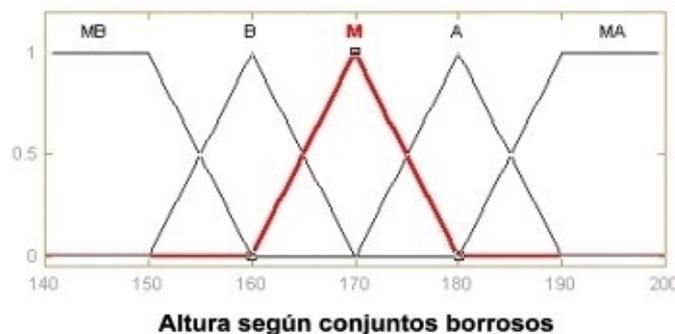
A veces, en textos que pretenden escribirse, aparentemente, en español, se denomina la función trapezoidal como ‘trapezoidal’, aunque en ellos se hace referencia a un trapecio, y no a un trapecoide (cuadrilátero en la que ningún lado es paralelo a otro).

El conjunto borroso puede definirse considerando la especificación en lenguaje común: un posible rango de valores (U , que es el universo de discurso y que puede ser un espacio de n dimensiones) tiene un conjunto borroso de valores (familia, F) que se caracteriza por una función de pertenencia uf (normalizada entre 0 y 1) de modo que $uf(u)$ representa el grado de pertenencia de un determinado u al universo U en el conjunto borroso F .

El ejemplo típico es el de la altura de una persona. Se define un rango de valores posibles (universo de discurso, U) entre 140 y 200 cm. (ya que los valores fuera de este rango, si bien son posibles, son muy pocos). Si se consideran conjuntos nítidos (crisp) debe estipularse un valor de separación: por ejemplo, con más de 170 cm la persona se considera alta, y si no es baja.



Al considerar conjuntos borrosos (fuzzy) se utilizan subrangos con denominaciones lingüísticas comprensibles. Por ejemplo, en [140,160] la persona es muy baja, en [160,170] es baja, en [170,180] es una persona de altura media, en [180,190] es una persona alta, y en [190,200] la persona es muy alta.



La característica borrosa implica superposición de la pertenencia a estos los rangos, lo cual refleja que hay zonas ‘grises’ para la atribución (es decir, en el punto a partir del cual se considera a una persona, por ejemplo, ‘muy alta’).

1966

Medida del desempeño de una cartera de inversión: el 'coeficiente de Sharpe'

En el artículo *Mutual fund performance*, publicado por Journal of Business en 1966, William Sharpe (1934–) presenta una medida del desempeño de los fondos de inversión que denomina 'coeficiente de rendimiento a variabilidad' (reward-to-variability ratio) $\frac{\bar{D}}{\sigma_D}$, donde \bar{D} es la diferencia media en un lapso entre el rendimiento del fondo y el rendimiento de una cartera que se utiliza como referencia, y σ_D es el desvío estándar de esa diferencia.



William Sharpe

El coeficiente de Sharpe está basado en el enfoque de media y variancia de Markowitz, considerando que esos dos primeros momentos son suficientes para evaluar las perspectivas de una cartera de inversión. No refleja las diferencias entre carteras en otros momentos de la distribución de rendimientos, o “diferencias de resultados entre estados de la naturaleza que pueden estar asociados con diferentes niveles de utilidad del inversor”.

El coeficiente se puede calcular en forma histórica, para evaluar el desempeño pasado, o en forma proyectada, ex ante, para decisiones de inversión. En forma general Sharpe plantea la medida con respecto a una cartera de referencia. En la formulación y aplicación después se utiliza la tasa sin riesgo como ese rendimiento de referencia (y, por ende, σ_D es el desvío estándar de la cartera que se evalúa).

Jack Treynor en un artículo de 1965 publicado por Harvard Business Review, *How to rate management of investment funds*, propone que la evaluación del desempeño pasado se realice con un coeficiente similar, pero utilizando como medida de riesgo de la cartera el indicador que después se designa como 'coeficiente beta'. El coeficiente de Sharpe es más general, ya que reconoce en la medida de desempeño el efecto del nivel de diversificación de la cartera.

En 1994 Sharpe comenta: “Si bien la medida ha tenido bastante popularidad, el nombre no la tuvo. Hay autores que han denominado la versión original ‘índice de Sharpe’ (Sharpe Index), ‘medida de Sharpe’ (Sharpe measure), o ‘coeficiente de Sharpe’ (Sharpe ratio).” “El coeficiente de Sharpe está diseñado para medir el rendimiento esperado por unidad de riesgo de una estrategia de inversión cero. La diferencia entre los rendimientos de dos inversiones muestra los resultados de una estrategia de esa forma. El coeficiente no se refiere al rendimiento de una sola inversión.”

***Journal of Financial and
Quantitative Analysis***

En 1966 se inicia la publicación de Journal of Financial and Quantitative Analysis.



1967
1970

El principio de la mano encubridora y la decepción como fuerza impulsora de la acción

Como resultado de los estudios de experiencias de desarrollo en América Latina en los años 1950 y 1960 Albert O. Hirschman (1915–) formula el principio de la mano encubridora (*the principle of the hiding hand*) en un artículo con ese título publicado por Public Interest en 1967.

La creatividad para resolver dificultades aparece frente a un desafío concreto. En muchos casos, si las instituciones y los individuos fueran conscientes de todas las dificultades que deberán afrontar para realizar determinados proyectos, posiblemente decidan no iniciarlos.

El principio de la mano encubridora es “lo que inconscientemente aparece para enmascarar algunas de las dificultades que se enfrentarán al emprender una aventura. Una vez confrontados con las dificultades, uno simplemente habrá de arreglárselas. Así se inician cosas que, de lo contrario, en un mundo más cuerdo o más sobrio, quizá se dejarían de hacer.”

La consecuencia es que los adversos al riesgo a veces encaran acciones objetivamente riesgosas. El principio de la mano encubridora induce a actuar a través del error de subestimar las dificultades; de ignorar lo que no se sabe acerca de lo que se va a hacer.

Hirschman es un economista de origen alemán, con una amplia formación humanista y una prosa reluciente. Utiliza la expresión ‘hiding hand’ como referencia distintiva de la ‘mano invisible’ que Adam Smith utilizó en su metáfora.

En muchos textos en español en que se menciona el principio de Hirschman se designa como ‘principio de la mano escondida’ o ‘de la mano oculta’. Pero esto no refleja adecuadamente el significado que busca expresar Hirschman: ‘la mano que esconde’, que oculta las dificultades y que impulsa a actuar en circunstancias complejas e inciertas. En fin, él se refiere a una mano encubridora.

Este principio se relaciona con el papel que Hirschman asigna a la decepción en las acciones humanas, tanto en el ámbito ‘privado’ del consumo y de la pertenencia a organizaciones (*Exit, Voice and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations and States*, de 1970) como en el ámbito de la participación en los asuntos ‘públicos’ (*Shifting Involvements. Private Interest and Public Action*, 1982).

La decepción es lo que impulsa a actuar; Hirschman comenta que la palabra alemana que designa la decepción es ‘enttäuschung’ (des-engaño), la que se refiere a una variedad del fracaso de las expectativas: “el hecho de deshacer o descubrir un error de juicio”, pero no cualquier clase de expectativas erradas, sino de la experiencia decepcionante, “porque los errores que en efecto se cometen la mayor parte del tiempo son los de esperar demasiado de la realidad”. “Al parecer no existe en ningún idioma una palabra singular que sea el antónimo de la decepción; debemos utilizar alguna construcción tal como ‘sorpresa agradable’. La razón reside, posiblemente, en el hecho de que es mucho más común que las expectativas superen a la realidad y no que la realidad supere a las expectativas.”



Albert Hirschman

“La decepción implica cierta decisión o elección anterior errada; y la historia es, en algún sentido, el descubrimiento de grandes errores sucesivos sin ninguna seguridad de que algún día llegaremos a un estado libre de decepciones.”

Las derivaciones de la decepción que plantea Hirschman a uno le pueden recordar la ‘ocurrencia’ de Oscar Wilde: Hay dos tragedias en la vida; una es no conseguir lo que se quiere; la otra es conseguirlo.

No parece excesivo relacionar las dos nociones: si la decepción es un motor de la acción, el principio de la mano encubridora es uno de los procesos que lubrican el motor.

En el libro de 1970, *Salida, voz y lealtad*, Hirschman describe la dinámica compleja de los individuos como consumidores de los productos o de los servicios de las organizaciones, y en qué condiciones se produce una reacción de salida (votar con los pies: dejar de consumir los bienes de una empresa, abandonar la organización, o vender los títulos de la empresa) o una reacción de voz (reclamar al regulador o a la organización, monitorear a la empresa emisora de los títulos).

En muchas ocasiones las organizaciones no captan el mensaje de la salida, o bien los procesos de voz tienen consecuencias no previstas. Esto produce el deterioro de algunas formas de organización. Apunta Hirschman que “las sociedades humanas tienen un margen muy amplio para el deterioro a causa de uno de sus logros característicos: el excedente que existe por encima del nivel de subsistencia.”

El estudio más reciente de los temas del efecto en el valor para los inversores de las decisiones de monitoreo de la empresa (prospectivo o retrospectivo) y de las estructuras de gobernanza empresarial (corporate governance) se basa en las categorías de salida y voz definidas por Hirschman.

1968

Análisis del desempeño de una cartera: Jensen y la combinación de habilidad y suerte

En un artículo publicado en 1968 por *Journal of Finance*, *The performance of mutual funds in the period 1945-1964*, Michael Jensen (1939–) plantea el uso del modelo de Sharpe para evaluar el desempeño de carteras de inversión mediante la medida alfa.

La relación entre rendimiento y riesgo para evaluar el desempeño de una cartera es planteada en las medidas propuestas por Treynor en 1965 y por Sharpe en 1966 [ficha 1966]. Michael Jensen utiliza la línea de rendimiento de mercado como referencia: es el rendimiento que tendría una inversión ‘pasiva’ (combinación de la cartera de mercado y el título sin riesgo) de similar riesgo que la cartera que se evalúa. La ecuación de rendimientos esperados se utiliza así para considerar los rendimientos pasados.



Michael Jensen

La diferencia entre el rendimiento de la cartera y ese rendimiento de referencia es la medida alfa: $r_j = \alpha_j + r + (r_M - r) \beta_j$, donde se representa el rendimiento y el riesgo de la cartera que se evalúa con los subíndices j .

La magnitud de alfa es el rendimiento diferencial de la cartera. Si $\alpha_p = 0$ significa que la administración de la cartera no ha puesto de manifiesto ninguna habilidad especial, ya que el rendimiento de esa inversión ‘activa’ es similar al de una inversión ‘pasiva’, que replica al mercado. Y esto, antes del costo de administración de las inversiones.

Un alfa mayor que cero en el período muestra el impacto que tiene en el rendimiento la habilidad para seleccionar los títulos de la cartera y/o el momento para realizar las transacciones. Sin embargo, en la medida del rendimiento diferencial en cada período se manifiesta también un componente de suerte. La diferencia alfa puede considerarse un indicador de habilidad si es consistentemente positiva en períodos extensos.

En el período 1945-1964 considerado por Jensen en su estudio empírico el análisis mostró “no sólo que los 115 fondos de inversión no fueron capaces en promedio de predecir los precios de los títulos lo suficientemente bien como para tener un desempeño mejor que una política de ‘comprar y mantener la cartera de mercado’, sino también que hay poca evidencia de que cualquier fondo individual fue capaz de hacerlo de un modo significativamente mejor que lo que esperaríamos por mera posibilidad aleatoria”.

1968

'Probabilidad neutral al riesgo': probabilidad subjetiva de cada estado en un mundo adverso y en uno indiferente al riesgo

La noción de probabilidad 'neutral al riesgo' se establece a partir del enfoque de Kenneth Arrow de los títulos 'contingentes a estado', títulos 'puros', o 'de Arrow-Debreu', que pagan una unidad ('numerario') en cada estado del mundo y nada en los otros estados [ficha 1953]. Cada estado tiene asociada una probabilidad, que refleja la creencia de los decididores acerca de la ocurrencia de ese estado; esto es lo que se entiende por 'probabilidad subjetiva'.



Stewart Myers

El valor hoy se calcula como el valor actual de cada resultado por su probabilidad. Si los decididores son adversos al riesgo esto debe reflejarse en el valor que asignan a cada resultado.

En tres artículos publicados entre 1968 y 1970 se establece el concepto de lo que se denominaría 'probabilidad neutral al riesgo' (risk-neutral probability), que es una extensión de la medida del equivalente a certidumbre. En vez de considerar la aversión al riesgo en la tasa de actualización se corrige el resultado esperado. El valor se calcula con probabilidades corregidas por la aversión al riesgo, multiplicadas por el resultado en cada estado, resultados que se actualizan con la tasa sin riesgo (que refleja sólo el efecto tiempo).

En 1968 el *Journal of Financial and Quantitative Analysis* publica el artículo de Stewart Myers (1940–) *A time-state preference model of security valuation*, en 1969 el artículo de Paul Samuelson (1915–) y Robert Merton (1944–), *A complete model of warrant pricing that maximizes utility* es publicado por *Industrial Management Review*; y el artículo de Jacques Drèze (1929–) *Market allocation under uncertainty* se publica en 1970 en *European Economic Review*.

La 'probabilidad neutral al riesgo' refleja tanto la creencia en la ocurrencia de cada estado como la aversión al riesgo de los decididores. Se ha denominado 'neutral al riesgo' porque es la 'probabilidad subjetiva' (grado de creencia) que, en una economía formada por individuos indiferentes al riesgo (con funciones de utilidad lineales) proporcionaría el mismo valor actual de los resultados.

Por su parte, Samuelson y Merton denominan esta noción 'utilprob' (por función de probabilidad y utilidad): "la distribución tiene las mismas propiedades que una distribución de probabilidad, pero pondera la probabilidad de cada resultado por la utilidad marginal de la riqueza en ese resultado".

Y comentan: "En una reunión en 1953 Samuelson le dijo a J.M. Clark: 'Si bien la probabilidad de una recesión importante en 1954 es sólo de un tercio, la probabilidad podría tratar-



Paul Samuelson



Robert Merton



Jacques Drèze

se como si fuera de dos tercios'. Este es un uso primitivo, y no marginal, de una noción como la de util-prob."

Tanto la probabilidad subjetiva como la 'probabilidad neutral al riesgo' cumplen la condición de exhaustividad (la suma de la probabilidad de todos los estados es 1). El grado de aversión al riesgo rebalancea las probabilidades: en comparación con las probabilidades estimadas, las neutrales al riesgo son menores para los estados con resultados 'buenos' y mayores para los estados con resultados 'malos'.

Ambas probabilidades son distintas justamente cuando los inversores son adversos al riesgo, y no indiferentes frente al riesgo. Por eso es que se ajusta por riesgo el resultado esperado (como podría ajustarse la tasa de actualización).

Pese a la denominación generalizada de risk-neutral probability, esta medida refleja el comportamiento de inversores adversos al riesgo. En este sentido, la denominación de util-prob es más representativa, tal vez porque es más abstracta y no tiene connotaciones de indiferencia frente al riesgo.

1968
1977

La fórmula Z-Score de predicción de dificultades financieras

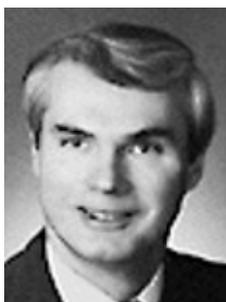
En 1968 Edward I. Altman (1941–) plantea que la predicción de dificultades financieras de una empresa puede hacerse con una puntuación, que denomina Z-score. En el artículo *Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy*, publicado por *Journal of Finance*, utiliza el análisis discriminante multivariado para identificar y ponderar los coeficientes contables (financial ratios) que permiten realizar esa predicción.

La fórmula resultante se conoce como el modelo Z-Score ya que Altman designa con Z al puntaje total (o coeficiente ponderado) de los cinco coeficientes que identifica como relevantes para la predicción: los coeficientes capital de trabajo a activo total, ganancias no distribuidas a activo total, ganancia antes de intereses e impuestos a activo total (rendimiento del activo antes de impuesto), valor de mercado de las acciones a pasivo total, y ventas a activo total. Establece las ponderaciones de los coeficientes con una muestra de 33 empresas que se declararon en quiebra entre 1946 y 1966, y 33 empresas seleccionadas con muestreo estratificado.

En sucesivas pruebas, un valor de Z entre 1,81 y 2,675 (la ‘zona gris’) muestra ser un buen predictor de las dificultades financieras, con datos de uno y dos años anteriores a la quiebra.



Edward Altman



William Beaver

Un tiempo antes William H. Beaver (1941–) realizó un estudio (*Financial ratios as predictors of failures*, publicado por *Journal of Accounting Research* en 1967) que, con un análisis univariado, determina que el mejor predictor es el coeficiente flujo de fondos a deuda. Altman no utiliza este coeficiente por falta de consistencia de los datos en su muestra.

Específicamente Beaver cuestiona el uso del análisis multivariado, y uno de los comentaristas de su estudio recomienda intentar este procedimiento. Eso es lo que hace Altman en 1968, y también Edward B. Deaken en un estudio con los mismos 14 coeficientes de Beaver (*A discriminant analysis of predictors of business failure*, publicado en 1972 por *Journal of Accounting Research*).

El puntaje Z se utiliza como predictor estándar, si bien se considera que, al no reconocer en la medición de los parámetros del coeficiente las diferentes etapas de las dificultades financieras (en el continuo entre buena salud de una empresa y quiebra), las señales son imprecisas (la ‘zona gris’ es amplia).

Altman también desarrolla una fórmula para las empresas que no cotizan: puesto que una de las variables de la fórmula Z-Score depende del valor de mercado de las acciones, no se puede aplicar a esos casos. En ese modelo se utiliza el patrimonio neto (contable) en vez del valor de mercado, con lo que se determinan nuevos parámetros; también se hace un poco más grande el rango ‘gris’ del número discriminante de Z.

En 1977 Edward Altman, con Robert Haldeman y Paul Narayanan, en el artículo *ZETA Analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations*, publicado por *Journal of Banking and Finance*, informan un modelo de riesgo de crédito ‘de segunda generación’, ZETA. El nombre y los parámetros de este modelo son inicialmente propiedad de la firma de inversiones Donaldson, Lufkin and Jenrette, al haber adquirido la firma donde Haldeman se desempeñaba como analista de crédito cuando se desarrolla el modelo, en 1975.

En 1979 Robert Haldeman forma ZETA Services, y adquiere a DLJ el modelo ZETA®, para proporcionar servicios de información del riesgo de crédito a entidades financieras, desarrollando el actual ZETA® Risk Control System.

El modelo ZETA refleja las mejoras en la utilización de la técnica discriminante, y reconoce mejor la información según el tipo de empresa (por tamaño y sector): También se realizan ajustes según la información complementaria a los estados contables. ZETA utiliza siete variables: rendimiento del activo antes de impuestos, estabilidad de la ganancia, coeficiente de cobertura de intereses, coeficiente de ganancias no distribuidas a activo total, coeficiente de liquidez corriente, proporción de patrimonio neto a activo total, y tamaño medido con el activo total. Con la información de un año antes de la quiebra el coeficiente total ZETA tiene un poder de predicción similar al calculado con la fórmula Z-Score (alrededor de 95%); en la predicción con más anticipación (coeficientes de cinco años antes de la quiebra) ZETA tiene un desempeño mucho mejor que Z-Score (70% frente a 36%).

En el año 2000 Edward Altman comenta: “Los académicos han ido eliminando el análisis de coeficientes como una técnica para evaluar el desempeño de la empresa de negocios; esto se observaba en 1968, cuando escribí el primer artículo, y parece continuar así a fines de los años 1990. Los teóricos consideran de un modo degradado las reglas de decisión arbitrarias (tales como las comparaciones de coeficientes de las empresas) ampliamente utilizadas por los profesionales (practitioners). Puesto que el ataque a la relevancia del análisis de coeficientes surge de muchos miembros muy estimados del mundo académico, ¿esto significa que tal análisis queda limitado al mundo de las cosas elementales? ¿O significa que tal enfoque se ha vestido de un modo poco atractivo, y por eso ha quedado injustamente disminuido? ¿Podemos salvar la brecha, en vez de cortar el vínculo, entre el análisis tradicional de coeficientes y las técnicas estadísticas más rigurosas que en los años recientes han comenzado a ser populares entre los académicos? Además de mi interés básico en la quiebra de las empresas, también me interesa la evaluación del estudio con coeficientes como una técnica financiera analítica.”

Análisis discriminante múltiple

La técnica estadística de análisis discriminante múltiple (multiple discriminant analysis, MDA), también denominada ‘análisis de factor discriminante’ (discriminant factor analysis) y análisis discriminante canónico (canonical discriminant analysis), se relaciona con la regresión multivariada, si bien no es tan conocida como ésta. Fue desarrollada por Ronald A. Fisher (1890–1962) en unos artículos publicados en *Annals of Eugenics* entre 1936 y 1940. Las primeras aplicaciones se hacen en estudios de biología.

La técnica clasifica las observaciones, según sus características, en uno de varios agrupamientos a priori, y se utiliza cuando la variable dependiente es cualitativa (empresas que quiebran y empresas que no quiebran). Algunos consideran que el análisis es ‘múltiple’ cuando hay más de dos grupos para la clasificación, si bien esa calificación se refiere a la naturaleza multivariada del análisis (se clasifica según varias variables).

La cantidad de dimensiones de la función es la cantidad de grupos menos uno. Es decir, si hay dos grupos la función discriminante tiene una sola dimensión, es un número (como el puntaje Z).

En el análisis discriminante no es un problema serio que exista alta correlación o colinealidad entre las variables consideradas, pero debe hacerse una selección cuidadosa para obtener una cantidad relativamente pequeña de variables explicativas.



Ronald A. Fisher

El itinerario intelectual de Ronald A. Fisher

Ronald A. Fisher (1890–1962) (la ‘A’ es por Aylmer) realiza aportes fundacionales tanto en la estadística moderna como en la teoría de la evolución. En esta última, demuestra que las ideas de Darwin de la selección natural son compatibles con la genética mendeliana, y por eso es considerado uno de los fundadores de la síntesis neo-darwiniana.



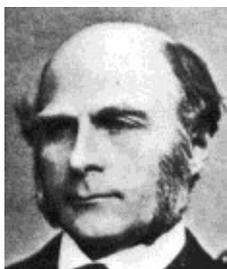
Claude Shannon

Fisher inventa las técnicas de estimador de máxima verosimilitud y el análisis de variancia, plantea los conceptos de estadístico suficiente y de estadístico auxiliar (ancillary statistic), y desarrolla los conceptos básicos del diseño de experimentos.

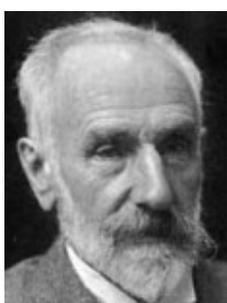
También concibe lo que después se denomina ‘información de Fisher’ (Fisher information), la cantidad de información que una variable observable aporta sobre otra no observable, que es una base de la teoría de la información y de la noción de entropía de Claude Shannon (1916–2001).



Ronald A. Fisher



Francis Galton



Francis Edgeworth



George U. Yule

El análisis multivariado se inicia en 1889 con el trabajo de Francis Galton (1822–1911) referido a la distribución de dos variables normales.

A fines del siglo XIX y principios del XX los principales estadísticos se ocupan en el desarrollo del análisis multivariado: Francis Ysidro Edgeworth (1845–1926), Karl Pearson (1857–1936), George Udny Yule (1871–1951), y el autoapodado ‘Student’ (William Sealy Gosset, 1876–1937).

En estudios realizados desde 1915 Fisher establece la distribución del coeficiente de correlación de una normal bivariada en una muestra (que es el conocido coeficiente de correlación momento producto planteado por Pearson en 1896), así como otros coeficientes de correlación múltiple.

En 1936, con el análisis discriminante, Fisher introduce una nueva dirección en el análisis multivariado, que ha permitido desarrollar numerosas técnicas para el análisis de datos.



Karl Pearson



Student (W. Gosset)

Leonard Savage comenta en 1976: “A veces me encuentro con genetistas que me preguntan si es verdad que el gran genetista R.A. Fisher fue también un importante estadístico”.

Ronald Fisher fue un científico admirable. En 1955, en una edición de los estudios de Gregor Mendel (1822–1884) de hibridación de las plantas, ofrece la siguiente reflexión: *“La historia de la ciencia se ha dañado mucho por el uso que hacen los profesores de material de segunda mano, con la consiguiente obliteración de las circunstancias y la atmósfera intelectual en las que se realizaron los grandes descubrimientos del pasado. Un estudio de primera mano siempre es instructivo y, con frecuencia, está lleno de sorpresas.”*



Ronald A. Fisher

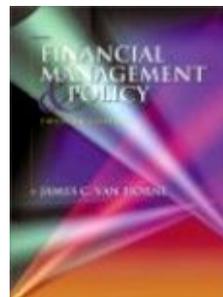
1968

***Financial Management and Policy*, de James C. van Horne**

En 1968 James C. van Horne (1938–), profesor de Stanford University, publica su libro de estudio de administración financiera *Financial Management and Policy* (Prentice Hall). La 12ª edición se publica en 2001.



James van Horne



12 Ed 2001



John Wachowicz

Siguiendo la línea de Weston y Brigham, en 1971 publica una versión abreviada, *Fundamentals of Financial Management*. En 2004 se publica la 12ª edición.

John Wachowicz (1947–), de University of Tennessee, es coautor desde la octava edición, en 1992.



12 Ed 2004

1969

Selección de carteras y decisiones de inversión y financiamiento de la empresa: MM y CAPM

En 1969, en el artículo *Portfolio analysis, market equilibrium, and corporation finance*, publicado por *Journal of Finance*, Robert Hamada (1939–) analiza las decisiones de inversión y de financiamiento de la empresa con la perspectiva del modelo de valoración de títulos de Sharpe y Lintner. Para esto obtiene las tres proposiciones de Modigliani y Miller [ficha 1958] referidas a la inversión y el costo de capital utilizando el modelo de media y variancia en un contexto de equilibrio de mercado.

Al considerar el equilibrio de mercado con inversores que forman cartera, en las condiciones CAPM, las proposiciones se obtienen de un modo más directo que con el supuesto de clase de riesgo, necesario para la prueba del arbitraje en el planteo de Modigliani y Miller. Hamada relaciona la maximización de la utilidad esperada del accionista con la selección de la cartera de títulos, y con las decisiones de inversión y financiamiento en la empresa.

“Hay que notar que las discusiones de Modigliani y Miller sugieren que implícitamente utilizan un modelo de equilibrio de cartera. Por ejemplo, relacionan el aumento en los rendimientos esperados del capital propio, cuando aumenta el endeudamiento, con un adicional requerido mayor, por la necesidad de compensar la mayor variabilidad.” “Que una década después se demuestren sus proposiciones con el modelo de cartera en condiciones de equilibrio del mercado podría considerarse un homenaje a su concepto de equilibrio parcial con clases de riesgo homogéneas.”

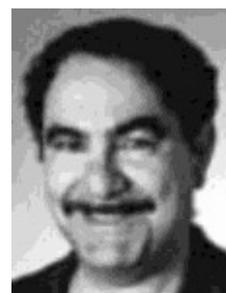
Unos años después Hamada analiza en detalle el efecto del endeudamiento en el riesgo sistemático. En *The effect of the firm's capital structure on the systematic risk of common stocks* (publicado por *Journal of Finance* en 1972) identifica un procedimiento para estimar ese efecto. De las cuatro formas posibles realiza un cálculo basado en la validez de las conclusiones de Modigliani y Miller, para ajustar la tasa de rendimiento de una acción a lo que hubiera sido en el mismo período si la empresa no tuviera endeudamiento.

De esto resulta la fórmula que se aplica en muchos casos para obtener el coeficiente beta ‘sin endeudamiento’ (unlevered beta) a partir del beta de las acciones de una empresa que se financia en parte con deuda. Fórmula simplificada que supone (como en MM) que el coeficiente beta de la deuda es cero.

Así como Hamada muestra el efecto del endeudamiento (financial leverage) en el riesgo sistemático, Mark Rubinstein realiza un análisis ampliado en 1973 (en el artículo *A mean-variance synthesis of corporate financial theory*, *Journal of Finance*). Así explica también el efecto del riesgo operativo (operating leverage), y que el hecho de considerar una deuda ‘con riesgo’ (con beta distinto de cero) es compatible con las proposiciones de valor de Modigliani y Miller.



Robert Hamada



Mark Rubinstein

El teorema de paridad de las opciones

Hans Stoll (1941–) describe la paridad de las opciones (put-call parity) en un artículo de 1969, *The relation between put and call prices*, publicado por *Journal of Finance*. El concepto es relativamente intuitivo, al menos una vez que uno se maneja con la lógica de las carteras de títulos y derivados.

La paridad de las opciones de compra y de venta establece que una cartera formada por una acción (S) y el derecho a vender la acción (P, una opción de venta, put, en la fecha T, al precio de ejercicio E) es equivalente a una cartera formada por un bono (que paga E en la fecha T) y el derecho a comprar la acción (C, una opción de compra, call, en la fecha T, al precio de ejercicio E). Formalmente, en la fecha T, $E + C_T = S_T + P_T$.

En una fecha anterior, si $VA(E)$ es el precio de mercado del bono que paga E en la fecha T, la paridad implica que $VA(E) + C = S + P$, donde S, C y P son los precios de mercado de la acción y de las opciones de compra y de venta en ese momento. Si es necesario, la expresión de la paridad se ajusta con los dividendos de la acción entre el momento pertinente y la fecha T de ejercicio, $VA(D)$.

La característica de los títulos que se muestra en el teorema de la paridad de las opciones es muy general, y refleja una forma de realizar transacciones financieras cuando hay que evitar regulaciones. Este ‘arbitraje de regulaciones’ ha sido particularmente importante en contextos en que existen prohibiciones de préstamos con interés, o limitaciones acerca de la tasa de interés en los préstamos. Esta prohibición de la usura, que es de origen religioso en la tradición judeo-cristiana y musulmana, se ha manifestado en diferentes regulaciones legales a través del tiempo.

Reordenando los términos, $VA(E) + VA(D) - P = S - C$. El lado izquierdo de la igualdad es un préstamo formal, y el lado derecho es un préstamo sintetizado. Algunos atribuyen el ‘descubrimiento’ de este hecho a Russell Sage (1816–1906), un acaudalado financista que en los años 1860 en Estados Unidos desarrolla esa combinación de títulos para evitar las regulaciones sobre la usura. Para esto, compraba una acción a su cliente, y compraba a ese cliente una opción de venta y le vendía una opción de compra, a precios tales que le permitían obtener un rendimiento mayor que el admitido por las leyes contra la usura. Utilizaba la figura del préstamo sintetizado.



Russell Sage

Michael Knoll (*The ancient roots of modern financial innovation. The early history of regulatory arbitrage*, 2004) detecta que el uso de la relación de paridad produjo el desarrollo del sistema ‘moderno’ de hipotecas en el medioevo inglés, justamente para evitar la prohibición del cobro de intereses de la Iglesia cristiana de ese país. Similares usos se encuentran en lo que ahora se denomina ‘finanzas islámicas’, especialmente en la transacción llamada ‘mura-baha’ [ficha 1975].



Hans Stoll

Con la reforma y la Iglesia Anglicana, en Inglaterra es Enrique VIII quien, en 1545, elimina la prohibición del interés compensatorio en los préstamos.