Aproximación teórica al estado del arte de la Ingeniería Financiera

Gustavo Adolfo Díaz Valencia
Compilador

UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA

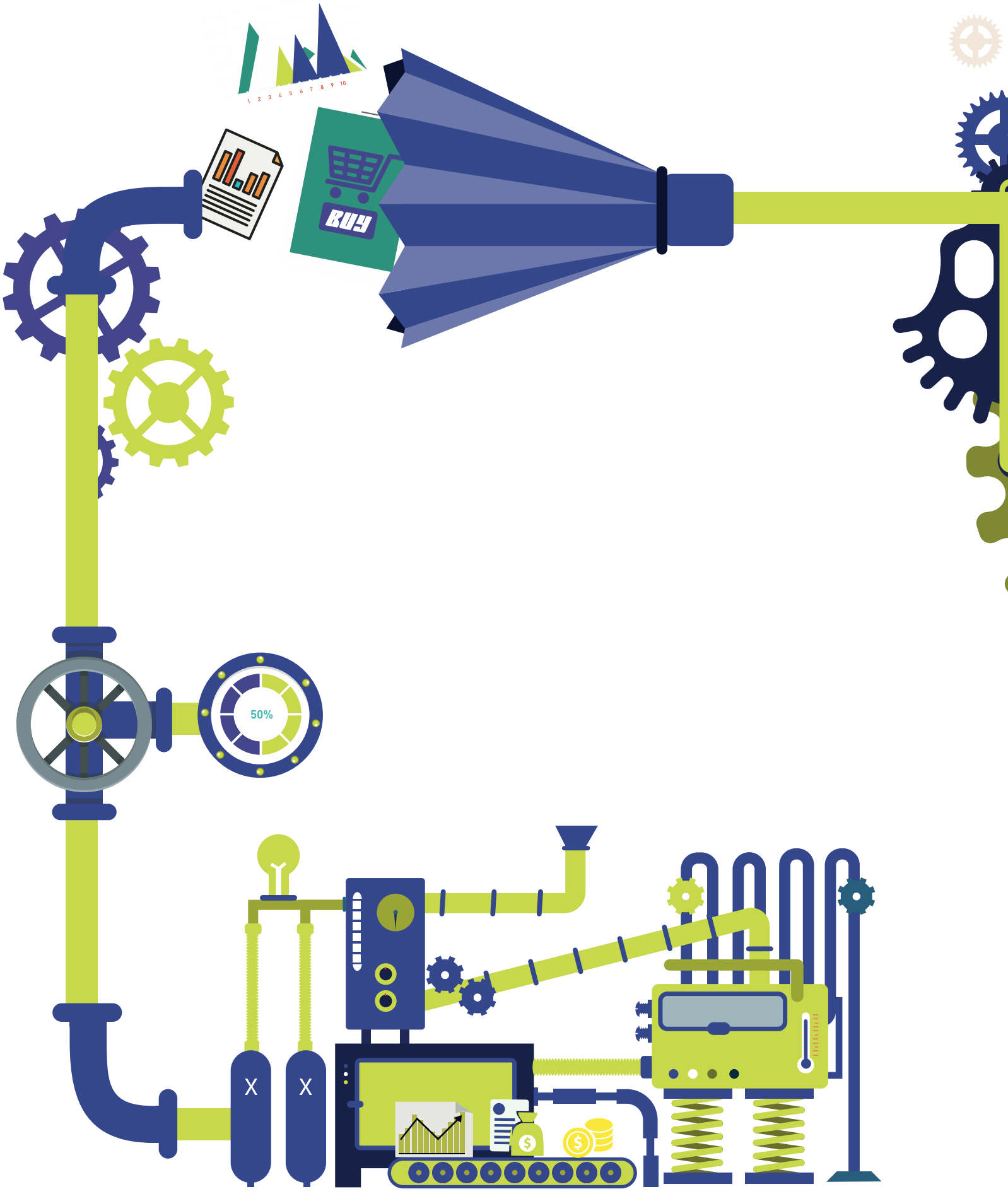
UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

Presidente
José María Cifuentes Páez
Rectora
Patricia Piedrahíta Castillo
Director de publicaciones y comunicación gráfica
Rodrigo Lobo-Guerrero
Director de Investigaciones
Mauricio Hernández Tascón
Coordinador de publicaciones
Diego Ramírez Bernal
Decanada de Ingeniería Financiera
Elisa Piedrahita Castillo

APROXIMACIÓN TEÓRICA AL ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERÍA FINANCIERA ©

Compilador:
Gustavo Adolfo Díaz Valencia
ISBN: xxxxxxx
Primera edición:
2017
Diseño de portada y Diagramación:
Daniela Martínez Díaz
Departamento de Publicaciones y comunicación gráfica de la UPC
Vectores Portada:
www.freepik.es

La obra literaria publicada expresa exclusivamente la opinión de sus respectivos autores, de manera que no representa el pensamiento de la Universidad Piloto de Colombia. Cada uno de los autores, suscribió con la Universidad una autorización o contrato de cesión de derechos y una carta de originalidad sobre su aporte, por tanto, los autores asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta publicación.


BUY
50%
X
X

Aproximación teórica al estado del arte de la Ingeniería Financiera

Gustavo Adolfo Díaz Valencia
Compilador

UNIVERSIDAD Piloto DE COLOMBIA
Ingeniería Financiera
Facultad de Ingeniería

Introducción 09

La economía clásica y las finanzas, una cuestión de método, fundamentos y rupturas 15

Descripción de algunas herramientas cuantitativas y útiles para entender y pronosticar la dinámica de los mercados financieros 47

Las situaciones que llevaron a la Banca británica a crear los cimientos de la Ingeniería Financiera en la década de 1980 93

Contenido

Las crisis financieras de la última década del siglo XX y primera década del siglo XXI y cómo éstas condicionaron el desarrollo de innovaciones en la Ingeniería Financiera 117

¿Cómo ha asimilado el sistema financiero colombiano los avances que históricamente se han logrado en el entorno financiero internacional? 141

Influencia de algunos conceptos de la física en la Ingeniería Financiera: el calor y el movimiento browniano 165

Los conceptos de incertidumbre y expectativas de Keynes y su aporte a la Ingeniería Financiera 179

Introducción 00

Gustavo Adolfo Díaz Valencia «

La Ingeniería Financiera se ha considerado como un área de conocimiento fundamental para entender la dinámica de los mercados financieros en un mundo globalizado. A través de éstos, los agentes económicos, denominados unidades superavitarias, pueden destinar sus recursos monetarios para obtener una mayor rentabilidad en el sistema financiero y para realizar actividades de inversión a las unidades deficitarias.

Bajo este contexto, una de las preocupaciones centrales en la definición del objeto de estudio de esta nueva ingeniería ha sido analizar el comportamiento de los agentes en los mercados financieros cuando éstos enfrentan cambios generados por el entorno; por esta razón, los conceptos de aleatoriedad e incertidumbre han sido fundamentales para explicar la inestabilidad; también han permitido el diseño de instrumentos financieros para contrarrestar aquellas situaciones de riesgo que ocasionan las fluctuaciones de los mercados y que afectan la rentabilidad de los activos financieros que esperan obtener los inversionistas.

El comportamiento de los mercados en un ambiente incierto ha demostrado su exposición a oscilaciones permanentes que, de alguna manera, afectan las expectativas de los agentes económicos cuando éstos buscan, a través de dichos mercados, aumentar sus recursos o tener acceso a ellos. Por tanto, el estudio de los conceptos de *expectativa e incertidumbre* han sido el común denominador de la economía del mercado del cual hace parte la actividad financiera. La aleatoriedad bien administrada es una fuente de importantes oportunidades que permite el diseño y uso de productos financieros para proteger a los inversionistas contra las fluctuaciones del mercado, sin desconocer la materialización de fenómenos inciertos.

Entender la dinámica estocástica de los mercados financieros, como parte del objeto de estudio de la Ingeniería Financiera, motiva a estudiar los diferentes contextos desde una perspectiva económica y financiera; esto permite comprender cómo incide, en el imaginario de los autores, la formulación de los conceptos que esta área de conocimiento estudia y entre los cuales se destacan *generación de valor, rentabilidad, riesgo e innovación financiera*.

Es importante clarificar que el mercado financiero es un espacio donde no solamente los agentes superavitarios coinciden con los agentes deficitarios en la satisfacción de sus propias necesidades, bien sea de manera directa o intermediada por el sistema financiero. También, es un

escenario que permite determinar, entre otros, los precios de los activos financieros, los índices y las monedas, y administrar flujos de liquidez de un mercado a otro. Con base en estas funciones esenciales, se ha planteado la importancia de estudiar los mercados financieros para entender las necesidades de los agentes económicos.

Igualmente, dichos mercados, el financiamiento, la inversión y las coberturas se han convertido en variables fundamentales que también forman parte del objeto de estudio de esta ingeniería; por ello, es necesario estudiar y entender los diferentes enfoques que han nutrido su desarrollo conceptual, al consultar autores como Keynes, Hicks, Tobin, Mill, Markowitz, Sharpe, Modigliani y Friedman, entre otros.

La Universidad Piloto de Colombia con la coordinación del programa de Ingeniería Financiera, han realizado un gran esfuerzo encaminado a la construcción de algunos temas que tratan de responder al contexto teórico, epistemológico y cuantitativo, para contribuir a la fundamentación del objeto de estudio de la Ingeniería Financiera. Los temas seleccionados hacen parte del libro intitulado *Aproximación teórica al estado del arte de la Ingeniería Financiera.*

Este trabajo se realizó en virtud de haber compartido elementos de análisis teórico y conceptual entre docentes investigadores de los programas de Ingeniería Financiera que ofrecen las universidades de Medellín, Autónoma de Bucaramanga, Piloto de Colombia y la Fundación Universitaria de San Gil, así como del Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA. Con este libro se espera enriquecer y ampliar el debate y la reflexión en torno a la fundamentación de la Ingeniería Financiera y contribuir a su profundización mediante el desarrollo de nuevas investigaciones.

El primer capítulo, "La economía clásica y las finanzas. Una cuestión de método, fundamentos y rupturas", parte de la relación entre las ideas fundantes de la economía clásica –como origen de la economía política– y la teoría financiera como campo de estudio de la asignación de recursos, la formación de precios de los activos financieros y de las relaciones de agencia en las organizaciones económicas, que explican el control empresarial de los negocios y la dinámica de los mercados financieros.

En dicho capítulo se describen brevemente algunas ideas de la filosofía clásica de Aristóteles, alusivas a la relación entre economía y sociedad, asunto crucial a través del cual la economía política subsiste como una fuente de interpretación y de sentido sobre cuestiones como el sistema económico y los mercados, las instituciones, el Estado y el comercio.

Además, se da cuenta de algunos aspectos de la economía clásica como un precedente para explicar la visión de los mercados financieros y la actividad empresarial como parte del sistema social, con implicaciones sobre el desarrollo y la pertinencia social de la Ingeniería Financiera. Sobre esta base, la teoría financiera ha experimentado transformaciones posteriores de la mano de la economía matemática, la estilización del crédito, el riesgo moral, las tasas de interés, la banca, la formación de precios y el modelo y técnicas que se han desarrollado a lo largo de los años. No obstante, en los economistas clásicos, encontramos grandes intuiciones

sobre asuntos como la organización del mercado, el empresario y la asimetría de la información en los mercados de dinero, entre otras.

En el segundo capítulo se describen algunas herramientas cuantitativas, fundamentales para entender la Ingeniería Financiera. También se desarrollan temas como metodologías, modelos y técnicas, que se pueden aplicar para hacer aproximaciones que permitan entender diferentes problemáticas y oportunidades potencialmente presentes en los mercados financieros globales, las cuales afectan diferentes aspectos de las entidades e individuos que conforman la sociedad en general.

Para comprender estas dificultades y oportunidades, los estudiosos realizan permanentemente simplificaciones de la realidad y en ellas incluyen elementos determinísticos y estocásticos que les permiten tener una visión global de los sistemas económico-financieros e indagar por los diversos fenómenos que intervienen. Esto se realiza con la claridad de que los resultados obtenidos en dicha interpretación tienen distintos grados de aceptabilidad que varían de acuerdo con la problemática analizada.

En este capítulo se muestra la importancia que tiene el estudio de la Ingeniería Financiera como un conjunto de saberes que busca responder a las necesidades y requerimientos de los mercados de capitales, monetario y cambiario, así como al crecimiento del país. Esto se debe a que integra, de manera estratégica, áreas de conocimiento como la estadística, la economía, la física y la matemática, con el fin de diseñar e implementar proyectos, modelos e instrumentos que permitan el desarrollo de propuestas de innovación financiera, con la ayuda de las tecnologías de información y de las nuevas plataformas aplicadas al manejo de información financiera; estas últimas facilitan la toma de decisiones de los inversionistas y ayudan a solucionar aquellas dificultades que presentan los mercados cuando no están en equilibrio y se ven amenazados continuamente por situaciones de riesgo e incertidumbre.

La Ingeniería Financiera también diseña y aplica una serie de herramientas que permiten analizar el comportamiento de los mercados financieros de manera prospectiva; por tal razón, en este capítulo también se caracterizarán algunas de las principales metodologías que hacen posible modelar ciertos aspectos de la realidad, pero sin desconocer los problemas de volatilidad e incertidumbre que afectan los mercados. Además, se recalca que el propósito es mejorar el beneficio no sólo de los empresarios, sino también de la sociedad.

El tercer capítulo se titula "Las situaciones que llevaron a la banca británica a crear los cimientos de la ingeniería financiera en la década de los ochenta". Inicia con una caracterización del contexto económico mundial en el que la triada conformada por Japón, Estados Unidos y Gran Bretaña protagonizó los movimientos que generaron grandes cambios a nivel industrial, agrícola, social y económico. Esto dio lugar a situaciones que marcaron la economía de esa época como circunstancias fundamentales para el surgimiento de la Ingeniería Financiera, que se reflejó en la aparición de nuevos productos y servicios financieros.

En el cuarto capítulo se explica la forma como las crisis financieras de la última década del siglo XX y primera del XXI condicionaron el desarrollo de las innovaciones en la Ingeniería

Financiera, a partir del análisis de las principales crisis financieras recientes como la del este asiático de 1997, la de Rusia de1998, la de Estados Unidos, explicada principalmente por movimientos especulativos de empresas relacionadas con servicios de internet de 1997 a 2001, la *subprime* en este mismo país de 2007 a 2009 y la de Europa de 2010 a 2012. El objetivo de este capítulo es estudiar el desarrollo financiero reciente e identificar las consecuencias positivas de las crisis financieras. Entre los aprendizajes se destaca la espiral existente entre la regulación, las innovaciones y las crisis y su respectiva retroalimentación, fenómeno que generó grandes adelantos en la Ingeniería Financiera.

En el quinto capítulo se analiza la forma como el sistema financiero asimila los cambios que se han presentado en este contexto, al resaltar que en el contexto financiero mundial se han dado avances significativos en los últimos años. Se destacan, especialmente, por el afán de estandarizar las legislaciones internacionales y en la generación de nuevos productos y procedimientos financieros, con miras a disminuir el arbitraje regulatorio y generar mayores espacios para la diversificación internacional de portafolios. El objetivo de este capítulo es analizar los avances que ha tenido el sistema financiero colombiano en la década de los años 2000, a partir de los principales mercados, instituciones, normatividad y retos, pero advierte sobre los ajustes que aún deben realizarse en torno al marco legal que regula dicho sistema.

De esta manera, la Red de Universidades, que contribuyó con el desarrollo de este importante constructo, pone a consideración de la comunidad académica el presente libro y espera nuevas contribuciones que permitan profundizar en el desarrollo teórico y los procedimientos de la Ingeniería Financiera en el país.

En el sexto capítulo, denominado "Influencia de algunos conceptos de la física en la Ingeniería Financiera: el calor y el movimiento browniano", se resaltan las principales contribuciones que hace la física a otros campos del conocimiento. Se toman los análisis de conceptos como el calor y el movimiento browniano abordado por Fourier y Einstein, respectivamente, para explicar algunos de los modelos de valorización de los activos financieros y los riesgos estudiados por la Ingeniería Financiera.

Y, el último capítulo que corresponde a "Los conceptos de incertidumbre y expectativas de Keynes y su aporte a la Ingeniería Financiera", tiene por objetivo presentar los conceptos propuestos por Keynes en su obra la *Teoría general del interés, la ocupación y el dinero*, los cuales han contribuido, de manera significativa, al desarrollo de la teoría económica. Se destacan temas como la tasa de interés, la preferencia por la liquidez, la demanda efectiva, la eficiencia marginal del capital, la inversión y el empleo, entre otros. Estos elementos han aportado al desarrollo teórico de la Ingeniería Financiera, avance que también ha sido importante para entender los problemas que han generado los desequilibrios en las economías de mercado y el papel que ha desempeñado el Estado para contrarrestar tales dificultades

La economía clásica y las finanzas, una cuestión de método, fundamentos y rupturas

01

Fabián Hernando Ramírez Atehortúa[1] «
Mónica Andrea Arango Arango[2] «

Introducción

Como disciplina, la ingeniería financiera se ha creado a partir de disciplinas homólogas como la economía financiera, las matemáticas, la ingeniería y la administración. Es decir gran parte del conocimiento en ingeniería financiera se ha generado desde distintas ciencias y no desde esta disciplina. Sus conocimientos están relacionados con el espacio social donde se aplican, cuyos conocimientos están relacionados con el espacio social donde se aplican, por ejemplo: la empresa, las instituciones bancarias y los mercados financieros.

Por ello, para los estudiantes, profesores y profesionales involucrados en la enseñanza de las finanzas en general y de la ingeniería financiera en particular —cualquiera que sea su especialidad—, resulta pertinente el reconocimiento de los saberes generados por las diferentes corrientes de pensamiento y teorías económicas, bien sea desde la economía de empresas, la economía financiera, la teoría de portafolio o la teoría de valoración de activos de capital, entre otras[3].

1. Economista, UdeA. Especialista en Ingeniería de la Administración y Finanzas, U. Nacional de Colombia, Magíster en Administración, UdeM. Estudios de Doctorado en Administración EAFIT. Docente-Investigador, Universidad de Medellín. Líneas de investigación: configuración estratégica y formas organizacionales, control estratégico en empresas multinegocio, sostenibilidad y gestión, finanzas corporativas. Correo electrónico: framirez@udem.edu.co.

2. Economista, Especialista en Finanzas, Magíster en Finanzas, Magíster en Administración Financiera, Candidata a Doctora en Ingeniería-Industria y Organizaciones. Jefe de la Maestría en Finanzas de la Universidad de Medellín, Docente Catedra Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: moarango@udem.edu.co.

3. La Economía de Empresa, en palabras de BUENO CAMPOS & CRUZ ROCHE, (2007), tiene como objeto de experimentación todo el conjunto de fenómenos empresariales que intentan describir y explicar con base en consideraciones como: "La investigación de los fenómenos empresariales en el plano técnico-económico, o según su naturaleza físico-productiva; la investigación de los fenómenos empresariales en el plano financiero-económico, o en relación con el sistema económico en

Estos conocimientos servirán de apoyo a estudiantes y docentes para tener un panorama general de los aportes de la economía a las finanzas, facilitando la interpretación de teorías en contexto, su intención de método, alcances y problemas centrales.

La cuestión de esclarecer el porqué es importante estudiar los contrastes entre la economía clásica y las finanzas, no es trivial; por ende, el propósito de este capítulo es identificar los fundamentos teórico-metodológicos de la economía clásica en autores como Adam Smith (1776), Ricardo (2003) y John Stuart Mill (1997), así entender la problemática epistemológica sobre la cual se ha construido el estudio de la teoría financiera contemporánea y su influencia sobre la ingeniería financiera como disciplina.

Los problemas del capitalismo financiero moderno no son de dimensiones modestas. Ante todo, los ingenieros son personas que se ocupan de solucionar problemas prácticos, sin embargo, es necesario desarrollar el espíritu investigativo con el fin de conocer y desarrollar herramientas analíticas. De esta manera, debe existir una conexión sustancial entre ciencia e ingeniería ya que en ambos campos siempre hay nuevos problemas que son, al mismo tiempo, intelectualmente desafiantes.

Aristóteles y su influencia en la economía clásica

Respecto a la pregunta sobre lo económico en el mundo occidental, Aristóteles (384 a. de C.) planteó una teoría sobre el valor y trató cuestiones que son inherentes a la distinción de las categorías economía doméstica y economía comerial.

A partir de este precursor de la economía política, los asuntos o fenómenos económicos surgieron como parte de la ética y en relación con una axiología pragmática y sistemática sobre la organización del Estado, los cimientos de la sociedad y el ordenamiento de la vida pública. Como respuesta a la complejidad y la interacción entre economía y sociedad, la economía política subsiste como una fuente de interpretación y de sentido sobre cuestiones prácticas como el sistema económico y los mercados, las instituciones, el Estado y el comercio.

La economía clásica ha precedido el asentamiento de la economía como proyecto científico y su forma de explicación del mercado, el papel de su estructura organizativa y las normas que se integran al análisis económico. La concepción aristotélica de economía doméstica, planteada como la lógica social del sustento material de la ciudad en su interior, en relación con la ética y la política, se circunscribe a la comprensión de la economía como parte del aspecto moral.

Se reconoce en la distinción aristotélica entre la lógica natural asociada a la economía doméstica y la lógica antinatural que se da en la dimensión social del comercio, una relación de

---

que se inserta la unidad empresarial, y la investigación de los fenómenos empresariales en el plano psico-sociológico-económico, o conjunto de motivaciones y de objetivos que definen el comportamiento humano y centros decisorios de la empresa" (Verona, 2006, p.15).

lo económico con lo ético y el sistema social, donde las leyes del consumo se supeditan a las leyes morales (Aristóteles, 1968). La reflexión aristotélica advierte sobre el origen del valor de los bienes y el fin del actuar económico; sobre su papel respecto a otros espacios de intervención humana, especialmente, en lo social y lo político. El comercio no produce bienes en forma natural sino mediante el intercambio de éstos que son valiosos por sí mismos, en una rama de adquisición que no parece tener ningún límite. (Aristóteles, 1968).

El concepto de límite de Aristóteles (384-322 a. de C.) su método sistemático y holístico de indagación de la cuestión económica como parte de lo moral y en relación con las dimensiones política y social, es una contribución de la tradición griega a la economía política.

En el caso de las ideas originarias de Smith sobre los sentimientos morales, se presenta una preocupación por la relación: "causas y efectos que provocan los sentimientos que preceden a toda acción de los individuos" (Smith, 1997, p. 65).

Estas ideas muestran que la economía política se fraguó de manera simultánea con lo moral, lo social y lo político, en coherencia con el propósito de complementar la tradición interpretativa de la filosofía política y la búsqueda de regularidades cualitativas y estructurales de los asuntos económicos y su relación con la condición humana.

La noción aristotélica de naturaleza del "hombre", se inscribe en la "Polis"[4] como realidad asociada a él, donde cumple su finalidad y despliega su naturaleza. De manera diferente, el "hombre" de Smith es un individuo aislado y circunscrito al ámbito de su naturaleza orgánica psicológica.[5] En Smith, la relación entre el individuo y la sociabilidad, la cuestión de cómo se ordenan mejor las relaciones entre individuos, se plantea como indagación sobre las leyes que conllevan al orden; la vida de los individuos se ordena según principios exteriores a ellos (Bilbao, 2006, p. 78).

De este modo, la economía política es necesaria en los procesos de análisis de los fenómenos económicos y financieros, respecto a las singularidades de la determinación entre lo económico, los grupos de poder, los actores y el sistema social en un contexto de realidad determinado.

Objeto y método de la economía política

En Occidente, el estudio de las cosas políticas viene dado, como se mencionó, desde los tiempos de la Grecia Clásica, cuando el conocimiento verdadero y el conocimiento científico no se distinguían.

4. Se refiere a la Ciudad-Estado de la antigua Grecia.

5. En este sentido, la investigación de Smith sufre una ruptura respecto al pensamiento de Aristóteles; de modo que, la concepción de "*hombre*" de Smith tiene una reducción a su naturaleza orgánica y sus deseos; por el contrario, el "*hombre*" en Aristóteles se asocia con la virtud y la prudencia. Existe en ambos casos un principio de racionalidad con arreglo a fines aunque las motivaciones sean diferentes.

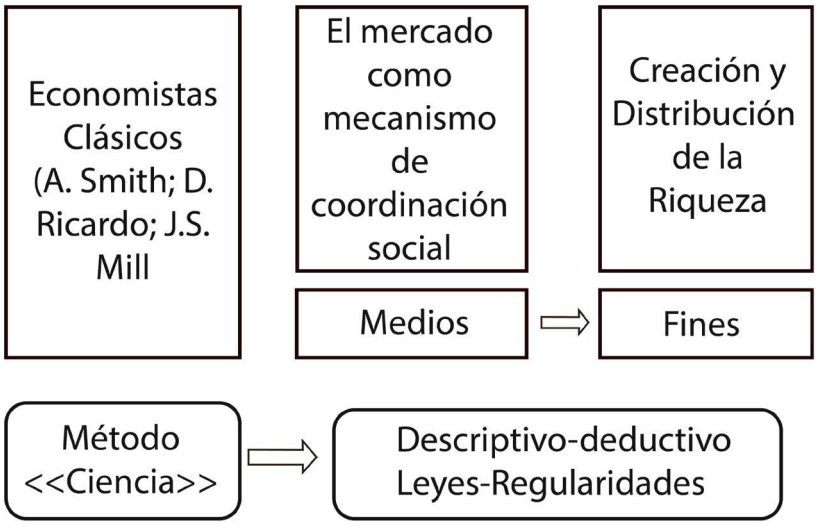
En tanto, el objeto de la economía política es el estudio de la riqueza, sus procesos de *consumo, distribución, intercambio y acumulación* en la sociedad. A. Smith (1776), en su obra *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (en español, *La Riqueza de las Naciones*), se centra principalmente en la forma en que el sistema de economía de mercado provee un ingreso pleno o de subsistencia al pueblo y suministra también al Estado las rentas suficientes para abastecer bienes y servicios públicos garantizando la soberanía y la libre empresa (ver Figura 1).

Por otra parte, Juan Bautista Say, en *Traité d'Economie Politique,* publicado en 1803[6], define la economía política como la ciencia que trata de la riqueza, su producción, distribución y consumo, mientras que Ricardo (2003), en su obra *Principios de economía política y tributación,* se enfoca en la determinación de las leyes que regulan la distribución de la riqueza.

Así mismo, es posible identificar vínculos entre la economía clásica y la distinción aristotélica entre medios y fines, la cual remite a la noción de la economía como sistema para la satisfacción de las necesidades humanas. En este sentido, los economistas clásicos trataron de descubrir propiedades esenciales o regularidades empíricas de los fenómenos que cumplen con fines o funciones en el sistema social o la economía de mercado.

Figura 1.

Objeto y método de la economía política



Fuente: Elaboración Propia.

6. Esta obra ha sido publicada por varias editoriales en este caso se retoma la publicación realizada por el Fondo de Cultura Económica en 2001.

Paralelas al desarrollo de la economía clásica sucedieron la Revolución Científica y el inicio de la Revolución Industrial. La revolución de las ciencias asociadas a Newton hizo énfasis en la evidencia experimental, las leyes naturales y el equilibrio estático. Para 1776, Inglaterra era la nación industrialmente más poderosa y motor para acelerar el libre comercio internacional.

La doctrina clásica del liberalismo económico se basó en la propiedad privada, la iniciativa individual, la empresa privada y la interferencia mínima del gobierno. La idea de economía de mercado de Smith no era un modelo analítico, esquemático y abstracto de teoría económica pura, su teoría fue ampliamente descriptiva; sin embargo, tuvo una alta influencia en la formulación de una política económica contextual y algunas de sus ideas prevalecen con mayor formalización matemática en la teoría económica moderna.

Posteriormente, D. Ricardo (2003) reorientó el método y el ámbito de la economía, haciendo énfasis en el problema de la distribución mediante la mezcla de teoría con descripciones históricas, así como la aplicación del análisis abstracto a los aranceles.

De otro lado, J. S. Mill (1997) se acercó a una teoría económica mucho más técnica, basada en la deducción, dando lugar a una teoría del valor basada en los costos de producción que incluía costos del trabajo y costos del capital, sin dejar de lado la preocupación por las reformas sociales, la coherencia entre la teoría y la aplicación de la política económica.

Para Rothbard (2000) antes de Smith hubo predecesores de gran importancia como Cantillón y Turgot, a los que habría que agregar David Hume. El *ropaje smithiano* sobre la tradición francesa sucedió por intermedio de Jean Baptiste Say (1767-1832) quien se dedicó a sistematizar los principios esbozados en *La riqueza de las naciones*; sus contribuciones, así como su énfasis francés, no smithiano y pre-austriaco, se asocia con un método *praxeológico - axiomático - deductivo* (Rothbard, 2000, p. 21).

J. B. Say (2001), sostenía que la *popularidad* de la formación de una ciencia tiene el *método baconiano* de la inducción a partir de una masa de hechos. Sobre la base de estos "la Economía Política nos da a conocer la *naturaleza de la riqueza*; a partir del conocimiento de su naturaleza deduce los medios para crearla, despliega el orden de su distribución y los fenómenos que acompañan su destrucción"(Rothbard, 2000, p. 33). De este modo, la economía no recurre a hipótesis como lo hacen las ciencias físicas; la economía debe percibir conexiones y regularidades a partir de "*la naturaleza de los acontecimientos particulares*. Una diferencia clave entre la estadística y la economía política es que los *principios generales o hechos generales de la segunda pueden descubrirse y, por lo tanto, conocerse con certeza*" (Rothbard, 2000, p. 34).

De esta manera, J. B. Say se anticipó a la controversia moderna sobre por qué las deducciones lógicas de la teoría económica deben ser verbales y no matemáticas. Este economista clásico francés observa que los fenómenos del mundo moral "no están sujetos al exacto cálculo aritmético" (Rothbard, 2000, pp. 33). El enorme número de determinantes imprecisos, variables y cuantitativamente desconocidos, hacen imposible la aplicación del método matemático a la

economía. El método matemático no fue el único sistema en padecer la crítica de Say pues también fueron susceptibles de demolición los métodos verbales de la lógica que olvidaban la naturaleza y el control de los hechos (Rothbard, 2000).

Las finanzas como campo pragmático y analítico, al igual que la economía como ciencia social, resuelven problemas de asignación de recursos y los mecanismos que utilizan las sociedades modernas de mercado.

La metodología de la ciencia, que se formó después de la economía clásica, se enmarcó en el positivismo lógico, el cual imperó en la filosofía de la ciencia hasta los años treinta del siglo XX, pero su influencia en la economía y las finanzas tiene una marcada influencia hasta nuestros días. Por tanto, el auge de la teoría financiera se ha caracterizado por un enorme proceso de formalización y estilización explicativa de la empresa, los procesos de inversión, arbitraje y especulación en los mercados financieros.

Los economistas clásicos tratan de explicar y dar sentido a la existencia de un orden y un propósito, leyes y principios para la creación de riqueza material y el progreso ordenado. Pero, las experiencias a las que estos economistas impulsaban a la humanidad no podían llevarse a cabo en los laboratorios de los científicos.

En general, las ideas de los clásicos son ideas configuradoras de la historia en las que la sociedad se asegura su propia supervivencia, permitiendo a cada individuo actuar bajo su conveniencia a condición de atenerse a una regla y norma central constituida por el sistema de mercado (Heilbroner, 1977).

La hora de los economistas surgió con la necesidad de explicar el comercio, a pesar de que éste existe desde tiempo inmemorial. No obstante, la idea de las sociedades movidas por el concepto de ganancia monetaria es muy reciente; de esta manera, el nacimiento de la economía como ciencia, coincide con el nacimiento del sistema de mercado.

Como elemento a resaltar de la tradición de la economía clásica, es necesario pensar en nuevas formas para la toma de decisiones financieras, incluyendo elementos de razonamiento moral, ya que las directrices de dichas decisiones son intrínsecamente éticas. De este modo, los modelos estándar de la teoría financiera pueden encajar dentro de un ethos institucional pragmático[7].

Los modelos estilizados de la economía y las finanzas modernas se han alejado de los principios y fundamentos metodológicos de la economía clásica. ¿Será posible superar las teorías abstractas, enfocándose en el examen del funcionamiento real del mercado y las instituciones?

7. Charles Pierce, representante del pragmatismo americano, destaca el uso del método abductivo (combinación del deductivo y el inductivo) para el estudio de sistemas complejos como lo son la economía y los mercados financieros modernos (Samuels, 2000).

Según Landreth y Colander (2006) uno de los resultados involuntarios de los estudios teóricos modernos de la elección pública y el nuevo-institucionalismo es el resurgimiento del interés por la *política económica contextual,* es decir, por el *arte de la economía* (Landreth y Colander, 2006).

Adam Smith y el surgimiento de la economía política

Como predecesor de Smith (1723-1790) se conoce a Richard Cantillón (1680-1734), acaudalado banquero y especulador en acciones y divisas, autor del libro *Essai sur la Nature du Commerce en Général* escrito entre 1730-1734 y publicado en 1755. Cantillón introdujo el concepto de empresario en la vida económica; concibiendo a los empresarios como los individuos que corren riesgos y extienden la competencia. Luego desarrolló una teoría del valor y el precio, insistiendo en el papel de la tierra y el trabajo sobre la oferta y la demanda, y sobre las fluctuaciones del precio alrededor del valor intrínseco. Para él, la prosperidad de los negocios estaba en la producción de bienes y sus ventas al extranjero, pero creía que no era posible mantener indefinidamente un excedente perpetuo de exportaciones. Su énfasis en la venta de bienes, más que en la acumulación de oro, se acercaba más al pensamiento clásico (Brue y Grant, 2009).

Más adelante, David Hume (1711-1776) publicó Tratado sobre la naturaleza humana (1740). En su matiz como economista presentó la idea de lo que se ha denominado *mecanismo del flujo del precio efectivo (o en metálico)*, aceptando como Cantillón lo hacía la teoría de John Locke, la cual establecía que "el nivel de precios se determina por la cantidad de dinero disponible, dadas la velocidad y la cantidad de producción" (Brue y Grant, 2009, p. 54).

Hume analizó en su ensayo *Of the Balance of Trade* (1752) el mecanismo de equilibrio internacional que operaría sin la intervención del gobierno. Hume no creía en el ajuste instantáneo del nivel de precios. En sus escritos *Of Money y Of Interest*, manifestó que "los cambios en el nivel de los precios inicialmente se quedarían atrás de los cambios en el dinero" (Brue y Grant, 2009, p. 55). El mecanismo de flujo de precio efectivo de Hume es un pensamiento de la ley natural y proviene de la suposición de un equilibrio, por supuesto, este mecanismo "ya no funciona bien en la economía internacional" (Brue y Grant, 2009, p. 55);debido a que el "estándar total de oro se ha abandonado en todas partes, la cantidad de dinero en una economía en particular ya no depende del flujo de oro" (Brue y Grant, 2009, p. 55).

De otro lado, Hume reconoció en su tiempo la estrategia de la cooperación en situaciones donde se dan futuras interacciones entre las partes, de donde sobrevienen implicaciones económicas para convenios de fijación de precios y su estabilidad; es decir que intuía desde entonces la conducta duopolista[8].

8. El duopolio es una estructura de mercado en la que dos empresas tienen el poder de mercado ofreciendo el mismo producto y definiendo las condiciones del precio, frente a una demanada pasiva.

Para Adam Smith, las transformaciones económicas y sociales deben estar en armonía con los sentimientos y las características espirituales alcanzados por los miembros de la comunidad y, por consiguiente, una sociedad no puede funcionar si se produce una ruptura entre el progreso de los factores materiales y los espirituales que la integran.

Así, varias influencias pesaron en el pensamiento de Smith: la revolución científica asociada a Newton, los fisiócratas y sus ataques al mercantilismo, principalmente las ideas de Quesnay y Turgot respecto la importancia del trabajo para la sociedad, la interferencia mínima del gobierno y el proceso circular de producción y distribución; además, influyeron su instructor en Glasgow College y sus consideraciones sobre la ética y el libre albedrío de las personas, al descubrir las acciones que sirven al bien de la humanidad; por último, Adam Smith estuvo bajo la influencia de Hume a través de cartas y conversaciones (Brue y Grant, 2009).

Adam Smith influyó sobre las ideas acerca de los problemas de la vida económica de las naciones, sus pensamientos incitaron a los gobiernos a la práctica de la libre circulación de mercancías, a combatir las excesivas tarifas arancelarias, a proclamar que los libres movimientos del oro tienden a restablecer el equilibrio transitoriamente alterado de cambios y precios. A. Smith se rehúsa a la excesiva intromisión del Estado, atribuyéndole un papel fundamental solo para garantizar la defensa y la justicia, y para financiar obras públicas.

En *La Riqueza de las Naciones*, la cuestión de la determinación del valor de las mercancías en fundamental para explicar las leyes de funcionamiento de la sociedad moderna. El mecanismo que regula la producción y la distribución de los productos del trabajo humano es el mercado. Hacia 1760, Adam Smith, era profesor de la Universidad de Glasgow y daba lecciones acerca de filosofía moral, que en ese entonces incluía teología, ética, jurisprudencia y economía política. En 1759 publicó *The Theory of Moral Sentiments* y en 1766 *La Riqueza de las Naciones.* Dos años más tarde, Smith fue nombrado Comisario de Aduanas en Edimburgo.

Para Samuels (1997), Adam Smith y John Locke son los principales filósofos de la civilización occidental moderna. Samuels, como autor contemporáneo, invita a que cada generación tenga la oportunidad de interpretar a Smith por sí misma, afirmando que la comprensión de éste es influenciada por los problemas, intereses y valores de cada interpretación, ya sea individual o de una generación. Además, sostiene que la historia de la interpretación de las ideas de Smith influye en nuestras percepciones posteriores de los problemas, intereses y valores. Por tanto, es necesario y difícil romper varios velos que regulan las preocupaciones profesionales o disciplinarias, incluidas las necesidades sentidas, tanto de la ortodoxia y la heterodoxia en economía, cada una de las cuales ha tenido sus propios dogmas (Samuels, 1997).

Smith comprendió y analizó los niveles más profundos de la economía de mercado del reciente desarrollo industrial y habla de los tiempos, pues se le sigue siendo escuchado en nuestro tiempo. Smith puso más claramente en la esfera social a la empresa privada, la propiedad

privada, el interés propio, el intercambio voluntario, el estado limitado y el mercado. Él era el filósofo de un sistema de actividad económica espontánea, o asignación de recursos a través de las fuerzas del mercado y de eficiencia (como se ha dado en llamar), comprendido en términos de interés propio o la maximización del bienestar personal. El mercado, en opinión de Smith, es un mecanismo para la solución de los problemas económicos y de producción, por lo que no se requiere una dirección centralizada en estos escenarios (Samuels, 1997).

Según Heilbroner (1977), Adam Smith escribió para su época, y "expone una doctrina que ha de tener importancia para quienes rigen un imperio, no un tratado abstracto para que sea utilizado en la enseñanza" (Smith (como se citó en Heilbroner, 1977, p. 56). Para Smith, la riqueza son todos los bienes que todos los actores de la sociedad consumen bajo una idea de riqueza y progreso para todos; donde la corriente de bienes y servicios consumida por los individuos constituye el objeto y finalidad supremos de la vida económica (Heilbroner, 1977: 56).

El problema de investigación y las preguntas que absorben la atención de Smith se centran en poner al descubierto el mecanismo que da consistencia a la sociedad.

> ¿Cómo es posible una comunidad en la que cada cual persigue activamente su propio interés no se desconjunte por el simple efecto de la fuerza centrífuga? ¿Qué es lo que guía a cada una de las empresas individuales, de manera que todas ellas se acomoden a las necesidades del grupo? No existiendo una autoridad central que planee, ni la influencia estabilizadora de la tradición de otras épocas, ¿cómo se las arregla la sociedad para conseguir que se realicen las tareas necesarias a su supervivencia? (Heilbroner, 1977, p. 56).

Estas preguntas condujeron a Smith a formular las leyes del mercado, pero sus investigaciones no se centraron solo en este aspecto, además le interesaba hacia dónde va la sociedad, considerando la idea de cambio y progreso.

Las leyes del mercado que formula Smith son básicas y sencillas, en las que se enuncia que "las consecuencias de una determinada conducta en un determinado marco social serán resultados perfectamente definidos y previsibles" ((Heilbroner, 1977, p. 58), destacando la fuerza del interés individual que trae como resultado la competencia, donde el mercado es su propio guardián y constituye la curiosa paradoja de que este es el "punto culminante de la libertad económica" ((Heilbroner, 1977, p.,61), y el "más riguroso distribuidor de tareas que existe" (Heilbroner, 1977, p. 61).

Las concepciones de Smith fueron un intento fundamental de aprehensión del capitalismo preindustrial y la prosperidad económica de las naciones. Su asunto principal es el desarrollo económico y las fuerzas que gobiernan a largo plazo el crecimiento de la riqueza de las naciones.

El libro La riqueza de las naciones contiene el meollo de la teoría del valor y la distribución de Smith, donde se discuten las ventajas de la división del trabajo, entendida como especialización de las tareas dentro de una empresa industrial; posteriormente en el libro tres,

artículo dos, se reconoce que esta clase de especialización priva a los trabajadores de sus *virtudes intelectuales, sociales y marciales* (Blaug, 2001:54).

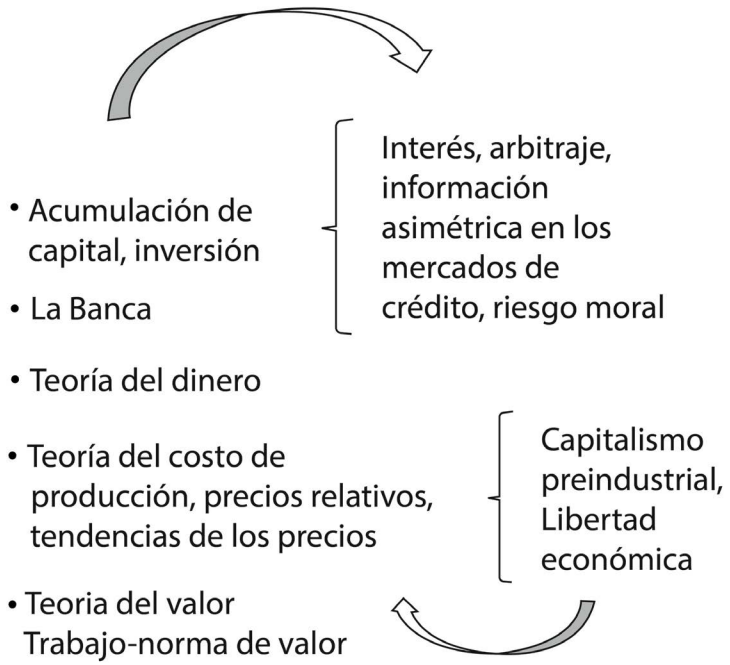
De acuerdo con estas ideas, la división del trabajo trae ventajas para la sociedad que se basa en cierta propensión del hombre a negociar, cambiar o permutar una cosa por otra, en una sociedad que requiere de cooperación y concurrencia de la multitud.

Smith (1776) plantea que los mercados libres llevan a resultados eficientes "como si de una mano invisible se tratase" (p.96). Esta propuesta ha tenido un papel central en muchos debates (ver Figura 2). Es el caso de la determinación de la tasa de interés, la cual consideró desde la acumulación del capital y los problemas producidos en la asimetría de la información, así como de los incentivos que esta genera, ya que Smith, anticipando debates posteriores sobre la selección adversa, escribió que conforme las empresas incrementan los tipos de interés, los mejores prestatarios abandonan el mercado:

> Si el tipo legal se fijara tan alto, la mayor parte del dinero disponible para el préstamo, se prestaría a despilfarradores y visionarios, los únicos que estarían dispuestos a pagar este interés más elevado. Las personas sensatas, las cuales sólo estarían dispuestas a dar por el uso del dinero una parte de lo que es probable que ganen con el mismo, no se aventurarían en la competición (Smith, 1776, citado en Stiglitz [2002], p.98).

Figura 2.

Observaciones de Smith y algunas indicaciones para las finanzas modernas.



Fuente: Elaboración Propia.

Smith no alcanzó a conocer una época en la que el sistema de mercado está movido por empresas de gran tamaño con el nombre de corporaciones o sociedades anónimas que son impersonales, las cuales se relacionan con fenómenos como los ciclos económicos y de negocios, que tienen un modo de operación compleja y globalizada. Smith desconoció lo que podría denominarse las leyes de la acumulación de capital y las leyes de la población transformadas por sucesos de índole sociológica.

De acuerdo con Heilboroner, fue "Smith el hombre que hizo que Inglaterra primero, y después todo el mundo occidental, comprendiesen de qué manera el mercado mantenía ensamblada a la sociedad" (Heilbroner, 1977, p.77). Los conceptos de Smith fueron favorables al libre cambio y a la productividad, por encima de orden social basado en el privilegio. El mercado es el gran distribuidor de tareas y a través de él se establece cuáles mercancías producir. En este sistema todo se convierte en mercancía con un precio que se determina a través de las fuerzas de la competencia, donde los beneficios empresariales serían reinvertidos en la producción, procurando mayores posibilidades de la división del trabajo, aumento de la productividad y mayor riqueza.

¿Son las leyes de Adam Smith aplicables a nuestra sociedad y de manera particular al ámbito de economías de mercado en una era posindustrial en una fase de capitalismo financiero global con paradojas aún sin resolver?

Smith se planteó la pregunta: ¿por qué son precios relativos? Por supuesto, el *precio de mercado* está determinado por la oferta y la demanda. Además, en su obra aparece una digresión acerca del valor relativo de la plata y el oro, para lo cual utiliza el patrón del trabajo en el análisis de la historia de los precios.

El papel moneda, sostiene Smith, se ha emitido en exceso debido a la especulación del "comercio" y las actividades arriesgadas de algunos "*temerarios arbitristas*". De allí que Smith conciba como función principal de la banca, el ahorro del acervo de metales preciosos o *el papel moneda*; el cual no puede superar jamás el valor del oro y la plata, cuyo valor ocupa, porque el papel excedente se dirigirá al exterior o será presentado a los bancos en pago del oro.

En el libro II, capítulo IV, de *la Invetigación de la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*, se trata la teoría de la declinación de la tasa de beneficio. Esta teoría propone que cualquier aumento en los bienes que anualmente circulan en un país, permaneciendo igual la cantidad de moneda que los hace circular, produciría muchos efectos de consideración, además de elevar el valor del dinero, causar un descenso de los beneficios del capital y, por consiguiente, en el interés.

En consecuencia, en aquellos casos en que se fija una tasa máxima, esta deberá ser superior a la tasa de mercado de los valores con máximas garantías (*valores firmes* o valores libres de riesgo), pero no habrá de estar muy por encima ya que la mayor parte de los créditos quedaría en manos de *pródigos y proyectistas*, dejando gran parte del capital de la nación fuera del alcance de quienes podrán hacer uso rentable y ventajoso de él.

Observaciones como éstas han sido tomadas en años recientes como indicios de que Smith reconocía el problema de la información asimétrica y el riesgo moral en los mercados de crédito, lo que hace del racionamiento del capital una característica fundamental de estos mercados (Blaug, 2001).

En la actualidad, la turbulencia financiera y el concepto de "riesgo moral" suscitan una gran preocupación en los entes reguladores y las agencias de calificación crediticia, las cuales han incidido en la creación, ampliación y expansión de la crisis[9]. Como hechos concretos de la economía contemporánea, la sociedad reclama una mayor y estricta regulación del sector de calificación crediticia, rendición de cuentas, simetría en la información y transparencia.

David Ricardo, continuación y rupturas de la economía clásica

Uno de los predecesores de las ideas de Ricardo fue Sir Dudley North (1641-1691), comerciante prominente de la época, quien en su obra *Discourses Upon Trade* hizo hincapié en que el comercio no es: beneficio unilateral para cualquier país que tenga un excedente de exportaciones, sino más bien es un acto de mutua ventaja para ambos lados.

Desde North se identificó que el objeto del comercio no es acumular especies, sino intercambiar excedentes; por tanto, una división del trabajo y el comercio internacional promoverán la riqueza incluso si no existen ni oro ni plata. North no profesaba una armonía de intereses entre grupos como la expresó Smith, aunque también su punto de vista fue antimercantilista y consideró que la riqueza nacional consiste en el valor de los servicios prestados, además del valor de los bienes domésticos e importados que están disponibles (Brue y Grant, 2009).

David Ricardo (1772-1823) se formó para el negocio de corredor de valores de su padre, a donde ingresó a los catorce años de edad. Se dedicó a los principios prácticos para hacer dinero en el mercado de valores y más adelante al desarrollo sistemático de una teoría económica abstracta del valor.

Ricardo sostenía que había ganado todo su dinero al observar que las personas, por lo general, exageraban la importancia de los acontecimientos

9. El término "riesgo moral" cuando se interpreta literalmente, tiene una fuerte retórica y ha sido utilizado para influir en decisiones públicas en los mercados financieros. De manera reciente, Rowell y Conelly (2012), describen la génesis del riesgo moral en relación con los cambios en el pensamiento económico que identifican en las literaturas medievales teológicas y la teoría de la probabilidad (en autores como Pascal, Fermat, Huygens y, otros más cercanos a la época de A. Smith, como Bernoulli y D'Alambert, entre otros). Así mismo examinan la forma predominante de la concepción normativa de riesgo moral encontrada en la literatura económica.

> Si había una razón para un pequeño avance en los valores del mercado, él compraba debido a la incertidumbre de que ocurriría un pequeño avance. Cuando las acciones estaban a la baja, vendía con la convicción de que la alarma y el pánico producirían una baja no garantizada por las circunstancias (Brue y Grant, 1999, p.99).

Ricardo tenía la mirada puesta en cada nueva carretera, banco o empresa de fondos en común y cuando consideraba que la perspectiva era razonable, compraba acciones.

En los mercados financieros la asimetría de la información es una constante que interviene en su desarrollo, de allí la importancia de contar con una infraestructura regulatoria que permita la transparencia. Esta preocupación ha generado debates entre los economistas sobre la importancia de contar con códigos de ética para hacer frente a las preocupaciones generalizadas sobre la especulación y manipulación de los mercados. Estudiosos en esta línea han tomado como referente la estrategia de Ricardo en el mercado inglés de bonos, entre los cuales existen reacciones contrarias. Según Richard Zeckhauser (2006), Ricardo tuvo una buena comprensión sobre el comportamiento futuro del mercado al identificar buenas inversiones cuando el nivel de incertidumbre superaba lo considerado en los modelos tradicionales de finanzas.

Los excedentes de rentabilidad obtenidos por Ricardo al especular con bonos británicos durante la guerra de Waterloo en 1815, donde asumió una posición inicial de venta sobre los títulos, señalizó el mercado sobre la posible victoria del gobierno francés, generando una caída del precio de estos títulos que le permitió recomprarlos a un valor considerablemente bajo, lo que se tradujo en una notable ganancia al estabilizarse los precios de los títulos ingleses, una vez se conoció en el mercado la victoria de los aliados.

En contraste, para Paul Samuelson (2009) el comportamiento de Ricardo en este milenio podría ser algo que criticar o incluso para litigar, ya que aprovechó la información que tenía sobre la ventaja británica para enviar señales contrarias al mercado. Una opinión similar es la de Norman J. Silberling (1924) quien considera los resultados de Ricardo como una manipulación sobre el mercado.

Ricardo compartió las tesis generales de Malthus acerca del crecimiento de la población, relacionando éste con el cultivo de las tierras que se da en forma desigual entre tierras fértiles y menos fértiles, donde el terrateniente que goza de tierras fértiles produce más barato, ocasionando la acumulación de renta[10].

10. Malthus suponía un panorama sombrío debido al rápido crecimiento de la población y una oferta de alimentos relativamente limitada. "Malthus se sentía preocupado por saber cuánto hay; es decir por la relación entre los alimentos y la población. Ricardo se preguntaba a quién va a parar; es decir, cómo resultan afectadas por el crecimiento las diferentes clases de renta" (Heilborner, 1977, p. 129).

La teoría de Ricardo sostiene que al aumentar la población, aumenta la demanda de bienes agrícolas y se eleva su precio; los salarios también se elevan para permitir comer al trabajador y esto reduce los beneficios de la industria, ocasionando que el terrateniente aumente sus ganancias sin incrementar su aporte a la sociedad. Es así como Ricardo "*dio a conocer las leyes de la renta y puso en discusión las cuestiones vitales del comercio exterior, la moneda, los impuestos y la política económica*" (Heilbroner, 1977, p.120).

Ricardo proponía que se restringiesen los beneficios procedentes de la agricultura y la renta de la tierra, de la misma forma que se regulaban los beneficios de los capitalistas o industriales por la competencia en el mercado.

Ricardo sostenía que el incremento de la renta de la tierra se traduciría en una disminución de los beneficios, ya que incrementaría el valor de los productos y, a su vez, los salarios aumentarían como respuesta al mayor precio en los productos alimenticios. De este modo, los beneficios bajaban y la participación del capital se reducía constantemente, por lo que es el rentista quien finalmente obstaculiza la acumulación y el progreso.

El incremento de la demanda y de los precios implica un aumento de la producción que deberá ser atendida por el cultivo de nuevas tierras de menor grado de fertilidad, con el consiguiente aumento de los costos, o intensificando la producción en las mismas tierras, sacrificando rentabilidad en ambos casos.

Ricardo utilizó el método deductivo, es decir, iniciaba con premisas básicas y luego deducía generalizaciones, a las cuales llamaba leyes económicas; después, sólo en ocasiones, se basaba en hechos para ilustrar su estructura y forma de funcionamiento.

Ricardo fue miembro de un sindicato de aseguradores que compraba valores del Gobierno en la Tesorería y luego lo ofrecía al público de suscriptores, fue hábil para la aritmética y como especulador profesional; se formó en el mundo de las finanzas internacionales y se preocupó siempre por el significado teórico de un alza en el precio de los bienes (Heilbroner, 1977).

Debido a que Ricardo realizaba operaciones con el Banco de Inglaterra, que implicaban grandes sumas de dinero, empezó a reflexionar y escribir sobre este tema y *los problemas de la moneda*, reafirmando la teoría de la circulación del dinero que habían esbozado Locke, Hume y Smith (Brue y Grant, 1999).

La capacidad analítica de Ricardo es reconocida en la teoría económica; aunque sus elementos matemáticos eran básicos, sus ideas están orientadas principalmente a la política económica bajo un enfoque no contextual sino abstracto. Se ocupó de algunas de las contrariedades de la concepción de Smith en cuanto a su teoría sobre una sociedad donde los individuos van en ascenso de manera conjunta, en medio del progreso colectivo.

Los principios de la teoría del valor en Ricardo tienen una naturaleza dual, lo cual se manifiesta en su obra como: "Por poseer utilidad, los bienes obtienen su valor

en cambio de dos fuentes: de su escasez y de la cantidad de trabajo requerida para obtenerlos" (Ricardo, 2003, p.9).

Ricardo también articuló su teoría del valor con una teoría de la distribución entre las diferentes clases sociales. De este modo, observó la existencia de conflicto entre los nuevos industriales, la clase política y la aristocracia de grandes terratenientes de su época.

De hecho, considera que la tarea primordial de la economía política es la determinación de las leyes que rigen la distribución. Para Ricardo "los intereses de los capitalistas y terratenientes se hallaban irrevocablemente en pugna" (Heilbroner, 1977, p.101) y, a su vez, "los intereses de los terratenientes redundaban en perjuicios para la comunidad" (Heilbroner, 1977, p.101).

Otro aspecto abordado por Ricardo y que ha sido considerado en la teoría financiera, es su estudio sobre la tasa de interés. Esta variable ocupa un lugar central en las teorías de valoración tanto en la línea de finanzas corporativas como en la de mercados. Este tema ha sido tratado por los economistas clásicos a través del estudio de los factores que la determinan. Los primeros resultados de la teoría monetaria clásica se deben a Ricardo, quien sostiene que la cantidad de dinero en circulación no afecta la producción ni el bienestar de la economía, puesto que dicha tasa está determinada por la tasa de beneficio, la cual se encuentra en función de la producción y es independiente de la política monetaria.

Como se mencionó antes, todo el valor de los *commodities* está dividido en dos porciones: una constituida por el beneficio del capital, la otra, por el salario obtenido por el trabajo (Sraffa, 2005). A partir de esta propuesta planteó una estricta teoría cuantitativa del dinero, en la cual consideraba que la tasa de interés se determina principalmente por la tasa de beneficio del capital, y temporalmente está sujeta a variaciones de la cantidad y valor de dinero que afectan los precios de los productos; es decir, se determina en mayor proporción por el comportamiento de factores diferentes a los monetarios:

> Las utilidades del capital y los salarios obtenidos por el empleo, han mostrado una tendencia a variar en el mismo grado y en el mismo sentido, y ha permitido considerar cuál es la causa de los cambios permanentes en la tasa de ganancia, y las fluctuaciones consecuentes en la tasa de interés "(Sraffa, 2005: p. 110) [...] la tasa de interés, aunque en última instancia está regida permanentemente por la tasa de ganancia, está sujeta a variaciones temporales explicadas por otras causas. Con cada fluctuación en la cantidad y el valor del dinero, hace que los precios de los productos varíen de forma natural. Varían también, como se ha demostrado, a partir de la alteración en la proporción de la oferta y la demanda, a partir de una mayor facilidad o dificultad en la producción.

Al estudiar el trabajo de Smith sobre los determinantes de la tasa de beneficio de capital, Ricardo coincide con la apreciación de aquel, ya que sostiene que si la tasa de interés de

mercado podría ser conocida con precisión por un periodo considerable, se debería contar con un criterio medianamente correcto para estimar la evolución de los beneficios. Sin embargo, los Estados han interferido evitando la existencia de una tasa de interés justa y libre, imponiendo una tasa fija, que impide contar con información para las estimaciones de mercado, debido a la diferencia entre la tasa fija y la tasa de mercado.

> Pero en todos los países con equivocadas medidas de política, el Estado ha intervenido para evitar una tasa de interés justa y libre, mediante la imposición de fuertes sanciones para aquellos que apliquen una tasa más alta respecto de la fijada por la ley. En todos los países probablemente estas leyes se evadieron y aplican una tasa fija legal en vez de una tasa de mercado (…). A continuación se puede aplicar una tasa de interés legal fija cuando se encontró que difiere de manera considerable respecto de la del mercado. *(Sraffa, 2005, pp. 297-296).*

Fue Smith quien estableció los fundamentos de la teoría clásica, pero luego Ricardo confrontó algunas de sus ideas respecto al origen y distribución de la riqueza en un sistema de mercado que conlleva al progreso de todos los miembros de la nación.

La controversia de las leyes del trigo le permitió a Ricardo desarrollar un sofisticado y extenso modelo utilizando instrumentos y supuestos analíticos. *La teoría del costo de trabajo* definía que las variaciones que experimentan los *precios relativos* con el paso del tiempo se deben a las variaciones del *costo del trabajo* medido en horas.

La *neutralidad del dinero* consistía en que una variación de la oferta monetaria puede alterar tanto el nivel absoluto de precios como los precios relativos; sin embargo, a Ricardo "le interesaban las variaciones de los precios relativos que no eran causadas por variaciones de la oferta monetaria, por lo que supuso en su modelo que las variaciones de la oferta monetaria no alteraban los precios relativos" (Landreth y Colander, 2006, p. 34).Los *coeficientes fijos de producción del trabajo y el capital* establecían que para producir una determinada cantidad, sólo es posible utilizar una combinación de trabajo y capital, en donde la relación capital-trabajo está determinada por consideraciones tecnológicas para cada tipo de negocio y no varía cuando varía la producción. Los *rendimientos constantes en el sector manufacturero y los rendimientos decrecientes* en la agricultura se deben a que en el sector manufacturero las curvas son horizontales o perfectamente elásticas; es decir, los costos marginales son constantes a medida que aumenta la producción, mientras que las curvas del sector de la agricultura tienen pendiente positiva, lo que equivale a decir, que los costos marginales aumentan en la medida que aumenta la producción (Landreth y Colander, 2006).

Según Ricardo, en el largo plazo la economía tiende al pleno empleo de sus recursos; existe competencia perfecta ya que hay muchos productores independientes cuyos productos

son homogéneos y ningún vendedor puede influir en el precio de mercado; los individuos son racionales y calculadores en sus actividades económicas; los capitalistas luchan por lograr las máximas tasas de beneficio, los trabajadores por lograr salarios más altos y los terratenientes por lograr rentas más altas (Landreth y Colander, 2006).

El legado de Ricardo sobre asuntos como la renta diferencial contribuyó a la consolidación del concepto de excedente, dando lugar a la teoría de la productividad marginal que, posteriormente, condujo al desarrollo de la idea de renta económica.

El estudio del comercio internacional tuvo una importancia trascendental para Ricardo y fue así como formuló su principio de *ventajas comparativas*. La idea de *División territorial del trabajo*, ya había aparecido en Robert Torrens (1780-1864), pero en una forma poco elaborada; fue Ricardo quien sistematizó esta teoría, ilustrando el proceso de ganancias del comercio mediante un esquema en el que se supone la elaboración de dos bienes (tela y vino) y dos países productores (Inglaterra y Portugal).

Con la concepción de las ventajas comparativas, Ricardo reforzó los argumentos en favor del libre comercio, ampliando el análisis de Smith de los beneficios que puede generar la libre circulación internacional de los bienes. El argumento de la ventaja comparativa a favor del comercio interior e internacional dio un gran impulso al desarrollo de un sistema de mercado, ya que en este marco institucional los individuos podían buscar su propio beneficio y realizar intercambios que beneficiaban a la sociedad en su conjunto.

J.S. Mill y el declive de la economía clásica

Fue Jeremy Bentham quien desarrolló inicialmente el llamado *utilitarismo* o principio de *mayor felicidad*. Reconoció que las evaluaciones del placer y el dolor son subjetivas y varían de persona a persona. Las comparaciones necesitan una medición precisa de la utilidad en términos cardinales. Los conceptos de maximización de la utilidad son comunes tanto en la economía como en la teoría de las finanzas, concretamente en la teoría de portafolio.

Las ideas de Bentham influyeron en Ricardo y John Stuart Mill (1806-1873), así como en los primeros marginalistas, en especial William Stanley Jevons[11]. Se supone que las personas

11. evons (1998) afirmaría luego que "es claro que si la economía ha de ser una ciencia, tiene que ser una ciencia matemática" (p. 68), sentando una ruptura profunda con el espíritu del método de la economía política. En opinión de Jevons, "nuestra ciencia debe ser matemática, simplemente porque opera con cantidades" (p. 69). "Creo que John Stuart Mill está sustancialmente en lo cierto al considerar nuestra ciencia como un caso de lo que llama el método deductivo físico o concreto" (p. 77). "(…) La teoría sigue basada en un cálculo del dolor, y el objeto de la economía es maximizar la felicidad adquiriendo placer con el menor costo posible" (p. 81).

son perfectamente cuidadosas y calculadoras. No obstante, la teoría económica moderna toma en cuenta otros patrones de conducta.

Mill estudió el método de las ciencias sociales, el principio de utilidad, la libertad individual y la teoría del gobierno representativo; mantuvo con firmeza su convicción de que "las Ciencias Sociales eran justamente relacionadas con las Ciencias Naturales y se podían investigar utilizando métodos similares" (Cohen, 2002, p. 160).

J. S. Mill dominaba el álgebra y la geometría básica, estudió cálculo diferencial a los doce años, luego estudió lógica y a los trece años inició el estudio de la economía política. Mill apoyó la defensa de Ricardo del libre comercio internacional basado en la ley de los costos comparativos, incluyendo la elasticidad de la demanda de bienes.

También anticipó la dinámica de la economía mediante el aumento de la producción y la población. Creía que "la tendencia a los rendimientos decrecientes en la agricultura y la disminución del incentivo para invertir, por falta de acumulación de capital, crecimiento de la población y el límite de la tecnología, llevaría de un estado progresivo a un *estado estacionario*" (J. S. Mill, 1997:62).

J. S. Mill denunció el "deseo de crecimiento económico por sí mismo, y aprueba un estado estacionario en el que el hombre, al no estar absorbido por el arte de progresar, pudiera perfeccionar el *arte de vivir*" (Perdices, 2008: 224, 225).

En la época de Mill surgieron movimientos contrarios al liberalismo económico como el movimiento de concentración industrial y comercial que limitaba la libre competencia, y el intervencionismo social con su conjunto de leyes protectoras de los trabajadores. El espíritu que animaba las clases sociales incitó a Mill a interesarse por la dualidad entre libertad social o civil y autoridad; por eso, siempre es importante conseguir una limitación del poder del gobierno sobre los individuos.

Para Mill (1997), la ciencia comprende un fenómeno y procura desentrañar su ley; por tanto, "la economía política no es una colección de normas prácticas aunque debe servir de base para reglas prácticas" (p. 148); también podría definirse a la economía política como aquella ciencia que nos "informa acerca de las leyes que regulan la producción, la distribución y el consumo de la riqueza" (p. 149); "estudia al hombre concentrado en la adquisición y consumo de riqueza" (p. 162). La economía política es una "*ciencia que enseña o pretende enseñar de qué manera una nación puede enriquecerse*" (p. 162).

En este sentido, J. B. Say observó que durante largo tiempo se confundió la política propiamente dicha, la ciencia de la organización de las sociedades, con la Economía Política, que enseña la manera en que se distribuyen y se consumen las riquezas que satisfacen las necesidades de las sociedades. Sin embargo, las riquezas son independientes de la organización política. En Francia, la economía política se consideró primero sólo desde el punto de vista de las finanzas públicas (J.B. Say, 2001).

En relación con la concepción de la política empresarial, Mill propuso la participación de los trabajadores en los beneficios de las compañías como medio para aprovechar las economías de escala, sin ahondar el conflicto de intereses entre patronos y empleados; intuyó entonces las tensiones en la separación entre propiedad y control, y sentó un precedente sobre la importancia del cooperativismo, a través de una combinación entre dirección estratégica e ideología empresaria con la economía de la organización.

Al igual que Ricardo, John Stuart Mill calificó a la tasa de interés como uno de los determinantes en las transacciones financieras entre agentes deficitarios y superavitarios, al afirmar que: "La tasa de interés será aquella que iguale la demanda de préstamos con su oferta. Será aquella a la que cierto número de personas desean tomar prestado, lo que otras desean prestar" (Mill, 1997, p. 547).

Sin embargo, es reconocido por sus aportes como utilitarista al desarrollar el concepto de *homo economicus*, apelando a que la economía debería sostenerse sobre una "ley psicológica obvia", que podría ser descrita como la preferencia universal por ganancias mayores en oposición a ganancias menores (Vieira, 2008). La simplificación de la naturaleza humana propuesta por Mill facilitó el análisis económico realizado por W. Stanley Jevons (1871) quien derivó la teoría de la utilidad marginal.

Así mismo, su posición es consistente con la de Friedman, Von Neumann y Morgenstern, quienes abordaron una teoría más elaborada planteando los axiomas de la elección en la Teoría de la Utilidad Esperada (TUE). Históricamente, los axiomas de la TUE que describen el comportamiento de la inversión de un individuo bajo condiciones de riesgo o incertidumbre fueron la base de lo que se llama hoy la teoría de cartera moderna, un algoritmo normativo inventado por Harry Markowitz (1952, 1959) y al Capital Asset Pricing Model (CAPM), como uno de los dos pilares de las finanzas modernas (McGoun & Douglas , 2013).

En la actualidad existe una corriente de financieros que rechazan las características del *homo economicus* y consideran la racionalidad limitada como un elemento fundamental en la teoría financiera, dando soporte al *behavioural finance*.

A manera de conclusión y perspectiva

La relevancia de los clásicos radica en que cimentaron los fundamentos del análisis económico acerca de la sociedad preindustrial de su época, identificando el sistema de relaciones políticas y sociales. Aunque las condiciones varían de una época a otra y de un país a otro, lograron plantear algunas explicaciones aproximadas concernientes a las características organizativas y sistémicas del mercado, la coordinación de la producción y las reglas que mueven su distribución a partir de la competencia y las leyes del mercado.

Los clásicos mostraron que el singular mecanismo del mercado se ordena en torno al impulso del capital o la inversión y suministra el aprovisionamiento de todos los miembros del

orden social. En este sentido, no existía una separación entre la visión social y el análisis técnico para construir un centro teórico donde las categorías fundamentales surgen en un contexto histórico-social, donde existe una significación social de la producción y relevancia sobre la cuestión del valor con su alcance analítico para la descripción de los fenómenos reales.

Luego vendrán otros economistas que retomarán la descripción de mercado y los principios del liberalismo económico hechos por Adam Smith, las leyes sobre la renta propuestas por David Ricardo y las ideas de la libertad individual y asociacionismo de Mill, investigarán sus principios y limitaciones y tratarán de modelar y explicar matemáticamente el orden de la estructura del mercado, las variables y conductas determinantes de la producción, el consumo y los precios.

Sin embargo, existen contrariedades no resueltas aún, ya que los complejos fenómenos sociales requieren ser identificados e interpretados de nuevas maneras, con métodos que superen el individualismo metodológico y la búsqueda "cientista"[12] de leyes absolutas (Hayek, 2003).

De acuerdo con D. North, en la época contemporánea,

> (…) los economistas no se preguntan sobre la estructura que los seres humanos se imponen a sí mismos para ordenar su medio ambiente y, de ese modo reducir la incertidumbre, así como tampoco suelen preocuparse por la naturaleza dinámica del mundo en que vivimos, que sigue produciendo nuevos problemas que es menester resolver (North, 2005, p. 31).

Como respuesta a la complejidad y la interacción entre las dimensiones económicas, sociales y políticas, y las implicaciones sobre la evolución de la sociedad occidental, la economía política subsiste como una fuente de interpretación y de sentido sobre la ética económica y la moral, así como de la concepción de economía sistémica.

En el pensamiento aristotélico existe una concepción económica sustantivista, donde lo característico de la actividad económica es la provisión de bienes materiales o la satisfacción de necesidades naturales para la reproducción de la sociedad, que corresponde a la denominada lógica natural, economía doméstica o limitada, la cual tiene un objeto distinto a la llamada lógica antinatural o economía comercial.

12. El término cientista es utilizado por Hayek para referirse a lo que el economista austriaco considera servil imitación del método de lenguaje de la "Ciencia" (Señalada en mayúscula por Hayek para hacer alusión al significado moderno más restringido de la ciencia). Para Hayek, el "cientismo" obstaculiza el progreso de la comprensión de la sociedad. El término "cientista" es retomado por Hayek a partir del *New English Dictionary de Murray.* (Hayek, 2003: 34, 37).

En Smith, la relación entre el individuo y la sociabilidad, la cuestión de cómo se ordenan mejor las relaciones entre individuos, se plantea como indagación sobre las leyes que conllevan al orden; la vida de los individuos se ordena según principios exteriores a ellos (Bilbao, 2006).

Sin embargo, refugiados en la filosofía moral, el racionalismo y el individualismo metodológico reducen la acción racional a la variante económica del racionalismo, introducen la categoría de escasez dentro de todas las relaciones medios-fines, donde los individuos se comportan según la racionalidad económica, colocando la actividad humana solo en el esquema referencial del mercado.

Los fenómenos económicos se encontraban dimensionados en su etapa inicial por aspectos de orden religioso y filosófico, los cuales marcaron un interrogante en torno a los efectos de las realidades sociales que se vivían antes de iniciarse el mundo del capitalismo preindustrial y del advenimiento de la Revolución Industrial en el siglo XVIII.

En el contexto del capitalismo preindustrial, la economía política surgió como cuestionamiento sobre las causas últimas de los fenómenos identificados como relevantes en las interacciones económicas, lo cual se evidenció en las confrontaciones teóricas entre los llamados economistas políticos de finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, que iniciaron la discusión en torno a lo económico a partir de la búsqueda de criterios de cientificidad que se le pretendía otorgar a la reflexión económica.

Esta búsqueda antecedió al auge y el desarrollo del análisis económico en la primera mitad del siglo XX, centrado en un amplio proceso de formalización y estilización interpretativa de la realidad económica y financiera.

Se conoce bien que el propósito general de la Ingeniería se asocia con la aplicación de los conocimientos en ciencias para beneficio de la humanidad, la capacidad técnica, el planteamiento y la solución de problemas mediante el ingenio y la creatividad, y la organización científica del trabajo para mejorar la productividad, entre otras acepciones.

De manera particular, el desarrollo de la ingeniería financiera como disciplina, supone el auge de la estilización y matematización (explica el comportamiento de la economía a partir de construcción de un modelo matemático) de la disciplina económica y la posibilidad de aplicar principios científicos para la explicación de los mercados, la valoración de activos financieros, la estructuración de productos, procesos y operaciones que se apoyan en el corpus de la teoría económica, en un contexto actual de fuertes presiones competitivas internacionales y crisis financiera[13].

13. De acuerdo con Finnerty (1988), la ingeniería financiera tiene como objeto de estudio el diseño, desarrollo e implementación de instrumentos y procesos financieros innovadores, apoyada en herramientas matemáticas y de computación, para la gestión óptima del riesgo y la toma racional de decisiones financieras (Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Financiera de la Universidad de Medellín, 2010).

No obstante, nos hemos alejado de manera rotunda del método y los principios fundantes de la economía clásica respecto a la relación entre lo económico y lo social, así como sobre el concepto de economía sistémica.

El panorama contemporáneo de la economía y las finanzas como disciplinas complementarias es paradójico, ya que esta combinación se fundamenta en el mercado como un mecanismo perfecto de asignación de recursos, lo cual ha dado lugar a limitaciones en la capacidad de explicación, en la estructura y operación de los mercados financieros en relación con la dinámica y el progreso social, como condición fundamental de la libertad económica y la democracia.

La economía y las finanzas modernas se basan en múltiples desarrollos posteriores a los clásicos, en el avance de las matemáticas, de la teoría monetaria y la teoría de la inversión; sin embargo cabe preguntarse: ¿la relación entre economía y finanzas puede ser entendida sin referencia al origen de la teoría del valor? ¿Somos conscientes del carácter ideológico según el cual los precios de los bienes, servicios y activos financieros son el simple reflejo de las condiciones de equilibrio de los mercados?

La difusión de la ingeniería financiera como disciplina está acompañada por las nociones portadoras de legitimidad de su sentido económico y la expansión socio-técnica de los instrumentos financieros, el avance en los modelos de valoración de activos y la gestión de riesgos, entre otros aspectos.[14]

La *autonomización* de lo financiero en medio de una situación cultural contemporánea diferente supone la definición de riqueza de manera independiente de los mecanismos sociales que conducen a los precios. De este modo, la consistencia de lo económico supone el valor; sin embargo, "hoy no es preciso entenderse sobre lo que es el valor para usar razonamientos de los cuales ella constituye la estructura oculta" (Perret y Guy, 1993, p. 287).

El valor se caracteriza por su *función normativa*; sin embargo, la economía contemporánea y las finanzas están altamente formalizadas y sus fundamentos de base son suficientemente reconocidos a causa de su eficacia práctica, como para que el valor pueda ser definido, de manera más instrumental, "a partir de la relación de las cantidades

14. Marín y Rubio señalan que los campos de actuación de la economía financiera comprenden el estudio de la determinación e interpretación de los precios de los activos financieros y la valoración del riesgo, la eficiente organización de la intermediación financiera y de los mercados de capitales y la eficiente toma de decisiones por parte de la empresa. (Verona, 2006).
Como aspectos de *ingeniería e innovación financiera* a destacar en la delimitación de Marín y Rubio (2011) se destacan los modelos de valoración de activos financieros, derivados, eficiencia informacional e información asimétrica, los modelos de decisiones óptimas de inversión y financiación empresarial.

intercambiadas cuando el mercado conduce al equilibrio de la oferta y la demanda: el valor es el valor de cambio que aparecería empíricamente en el equilibrio de un mercado perfectamente transparente". (Perret y Guy, 1993, p. 287).

Este razonamiento supone la "liberación de definir el valor como un atributo sustancial de los bienes y de poder referirse abstractamente al mercado perfecto en tanto esencia del sistema de intercambio económico." (Perret y Guy, 1993, p. 288). Para ello es evidente la autonomía de la esfera mercantil y financiera donde los participantes reconocen un valor completamente desconectado de su valor de uso.

Los eslabones que interconectan la sociedad, el mundo material y el individuo se perdieron a partir de los marginalistas o neoclásicos posteriores a Smith, Ricardo y J.S. Mill; el utilitarismo prescribe una forma particular de racionalidad que termina apropiándose del hombre común, y que trata de interpretar objetivamente la realidad.

¿Crisis de la economía y las finanzas o crisis de visión?

La crisis de visión en el pensamiento económico y financiero contemporáneo está determinada por su enfoque de interpretación eminentemente capitalista. No obstante, la existencia humana no está regida solo por el esquema referencial de economía de mercado capitalista, pues los individuos tienen personalidades y la sociedad tiene historia. Así, el racionalismo económico del siglo XIX desciende directamente del racionalismo político del XVII, y en ambos resultaron ajenos los hechos históricos y la naturaleza de las instituciones políticas; el denominado *solipsismo económico* fue un rasgo destacado de la mentalidad de mercado a partir de la cual la acción económica se suponía natural al hombre y, por tanto, autoexplicativa (Polanyi, 1994).

Desde entonces, la economía dio un salto al vacío y se estableció una actitud de rechazo hacia la reivindicación moral de la acción política, donde lo económico generó un concepto frívolo de justicia, ley y libertad, en el que se declaraba la primacía del mercado y se negó toda credibilidad a los textos antiguos en los que se declaraba que el fin del Estado era el establecimiento de la rectitud, la insistencia en la ley y el mantenimiento de una economía central sin opresión burocrática (Polanyi, 1994).

La distinción entre idea de lo sustancial e idea de lo formal en la economía nace, de un lado, de la dependencia del hombre de la naturaleza y de sus semejantes para lograr su sustento; no obstante, el hombre sobrevive no por potestad del mercado sino mediante un proceso de una interacción institucionalizada entre él y su ambiente natural. Este proceso es la economía que les proporciona a los individuos los medios para satisfacer sus necesidades. De otro lado, el significado de lo formal tiene un origen completamente diferente al partir de la relación medios-fines, que es un concepto con pretensiones de universalidad cuyos referentes no pertenecen a ningún campo concreto del conocimiento humano.

De manera particular, una de las propiedades del campo de lo económico y financiero es reconocerse como *sistema*. En un sistema se designan objetos según las reglas, es decir, realidades de una naturaleza donde los objetos están en relación y las relaciones de los objetos sólo se pueden disociar en ellas mediante la abstracción. En consecuencia, un sistema es una realidad mixta y contradictoria de objetos y de relaciones que no pueden existir separadamente; es también una totalidad con relación a sus partes. Un sistema económico es un elemento del sistema social (Godelier, 1982).

En el estudio de los sistemas se presenta para el investigador la doble tarea de estudiar, por un lado, cuáles son los elementos de ese sistema y sus relaciones en un tiempo de la evolución de ese sistema y, de otro lado, estudiar de qué manera estuvieron formados y evolucionaron estos elementos y sus relaciones durante el tiempo que dura el sistema. Se prescinde así de una complementariedad entre el análisis estructural y el análisis dinámico. Por tanto, el estudio de un sistema debería permitir el conocimiento de sus leyes (Godelier, 1982).

El panorama en la economía contemporánea es paradójico ya que esta tiene poca capacidad para explicar los fenómenos de mercado al considerar los mercados en forma simple como máquinas de asignación de recursos, en vez de tratarlos como ideas sociales que sirven de función social, como parte de la estructura organizativa, como generador de innovaciones tecnológicas, de normas culturales y de hábitos que se integran al análisis económico. El mercado es sólo una parte del capitalismo, pues este último es un sistema de relaciones políticas y sociales que determinan colectivamente la dinámica de las instituciones económicas; es un sistema que muestra variantes considerables de una época a otra y de un lugar a otro (Heilborner, 1998).

Entonces, la economía ha pasado de un sistema teórico amparado en la filosofía moral y el individualismo utilitarista a otro basado en una racionalidad formal e instrumental, en el cual la existencia humana y la interacción entre los individuos es un problema de optimización, información y administración eficiente, donde la riqueza colectiva está supeditada a la esfera del mercado en un enfoque de interpretación eminentemente capitalista, del cual se deriva su visión política y social.

El pensamiento económico no es reductible a una revolución no irreversible de una ciencia cerrada como se ha configurado la economía durante décadas. Al respecto se rescata que el pensamiento económico fue en su origen artesanal, grande y ambicioso; en la actualidad, la ciencia económica corre el riesgo de acabar siendo trabajosa, endeble y superflua (Minc, 2005).

El estudio de los fenómenos económicos y financieros está orientado por la naturaleza de los problemas a enfrentar. En este sentido, la crisis de visión del pensamiento económico, su falta de apertura y de complementariedad se relaciona con el hecho de desarrollar modelos limitados sin reflexionar acerca del carácter de los métodos (Hayek, 2003).

La explicación de los fenómenos económicos y financieros supone considerar las imágenes que el hombre se ha formado del mundo. Las denominadas leyes de la producción o de los mercados financieros no son leyes físico-mecánicas en el sentido de las ciencias físicas, sino creencias de las personas acerca de lo que pueden hacer.

Los avances importantes de la teoría económica en los últimos ciento cincuenta años han consistido en una aplicación más intensa y consistente del subjetivismo. Los fines de la actividad económica no pueden definirse en términos objetivos, sino sólo en relación a un propósito humano. Ni las materias primas ni los bienes económicos como tampoco los alimentos o el dinero pueden definirse en términos físicos, sino solo en función de las ideas que la gente tiene acerca de las cosas (Hayek, 2003).

Este carácter subjetivo se observa en las leyes económicas como la *Ley de la Renta* que, en su forma original, era una proposición acerca de las variaciones en el valor de una cosa definida en términos físicos como puede ser la tierra[15]. En este sentido, lo que se llama *Ley Económica* no es más que una generalización empírica que no explican por qué, ni bajo qué condiciones se cumplirá esta ley de manera objetiva (Hayek, 2003).

En el estudio de los fenómenos económicos y financieros puede requerirse la construcción de hipótesis, como una elaboración intelectual de la experiencia en su pretensión de validez universal, pues una proposición no surge simplemente de la observación y la experiencia que nos presentan los fenómenos complejos donde los diversos factores aparecen estrechamente conectados.

La limitación radica en que dichos métodos de verificación (basados en la observación y la experiencia) requieren dos supuestos que son la posibilidad de controlar las condiciones del experimento y la existencia de relaciones constantes capaces de un descubrimiento experimental, cuyas magnitudes admiten una determinación numérica.

La economía es apriorística, no empírica, no se deriva de la experiencia sino que es previa a la experiencia, es la lógica de la acción y el hecho; su meta es la comprensión de lo universal y su procedimiento es formal y axiomático; contempla la acción y las condiciones bajo las cuales ocurre, como construcciones formales que permiten captar los patrones de la acción humana (Han y Hollins, 2004).

La naturaleza de la teoría económica ha tenido influencia por la premisa de que cada agente está movido por su propio interés, como una concepción universal de comportamiento. En referencia a la psicología matemática de Edgeworth, lo discutible es la visión del hombre que forma parte del análisis de equilibrio o el denominado óptimo de Pareto y que sobrevive más

15. La ley de la renta afirma que las variaciones en el valor de los productos para cuya producción se necesita la tierra provocarían cambios mucho más profundos en el valor de tierra que en el resto de los factores que intervienen en su producción.

o menos intacta en la teoría economía moderna; esta visión es estilizada dentro de un modelo económico limitado que provee una respuesta clara a la discusión abstracta del egoísmo y el bien general (Han y Hollins, 2004).

Esta propuesta motiva aún muchas actuaciones desde sus principios económicos, mostrando que la naturaleza limitada del debate ha ejercido influencia decisiva sobre la elección de modelos económicos y la concepción de los seres humanos que participan en ellos. La conexión básica entre el comportamiento de elección y el logro del bienestar en los modelos tradicionales se rompe en cuanto se admite el compromiso como un ingrediente de elección. El compromiso que es un referente moral no está basado en la elección racional maximizadora (Han y Hollins, 2004).

¿Qué importancia tiene el componente de elección como referente moral, más allá de la elección racional maximizadora, para la economía y para la ingeniería financiera como disciplina?

La economía financiera y la ingeniería financiera como disciplinas no se ocupan solo del comportamiento del consumidor, ni el consumo se limita a los bienes privados. La economía y los mercados financieros en su concepción sistémica comprenden la acción humana, requieren instituciones, normas y reglas en los campos donde están ausentes los incentivos estrictamente económicos y no pueden crearse.[16]

16. Merton señala que el tiempo y la incertidumbre son los elementos centrales que influyen en el comportamiento económico-financiero. Marín y Rubio plantean elementos similares y se refieren al estudio del comportamiento de los individuos y la asignación intertemporal de recursos en un entorno incierto, así como el estudio del papel de las organizaciones económicas y los mercados institucionalizados. Fama, Fisher, Jensen y Roll incluyen modelos de oferta, teoría de agencia, teoría de señales, así como del desarrollo de métodos econométricos, el estudio de sucesos y eventos y de técnicas macroeconómicas. Copeland y Weston afirman que las finanzas eran, en gran parte, un campo descriptivo pero se han transformado en una ciencia positiva. La economía financiera ha evolucionado desde un enfoque normativo a uno positivo, dando lugar a una disciplina abstracta y analítica. Kolb propone distinguir tres áreas de estudio de la economía financiera: las inversiones en activos financieros exclusivamente, finanzas empresariales y mercados e instituciones financieras; Mascareñas señala que bajo el nombre de finanzas se pueden contemplar tres áreas: la dirección financiera de la empresa, la inversión financiera y los mercados financieros y los intermediarios; finalmente, Besley y Brigham manifiestan que el estudio de las finanzas consta de mercados e instituciones financieras, que tratan temas de macroeconomía; inversiones, que se centra en las decisiones de los individuos y de las instituciones y la elección de sus portafolios de inversión; y la administración financiera o finanzas de los negocios, que se refiere a la administración real de la empresa (Verona, 2006).

La cuestión del comportamiento es importante en diversos contextos como en el trabajo, la producción y los mercados financieros; en estos contextos económicos no hay una autorregulación con base en el interés egoísta.

En los mercados de bienes, productos, servicios y activos financieros, la eficiencia coincide con un mejor bienestar material; en otros escenarios, las implicaciones en materia de bienestar material son más ambiguas. La economía tiene como reto indagar de qué manera los seres humanos crean las condiciones favorables para la existencia de mercados con bajos costos de transacción y un creciente bienestar material (North, 2005).

La pregunta sobre la responsabilidad de la ciencia económica en relación con la crisis de visión, sus fundamentos metodológicos y su influencia sobre la ingeniería financiera como disciplina continúa abierta. La ciencia económica y los principios que fundamentan la ingeniería financiera como disciplina no son solo los medios o una caja de herramientas y fórmulas que se aplican en cualquier situación, y que se consideran "infalibles" y "universales".

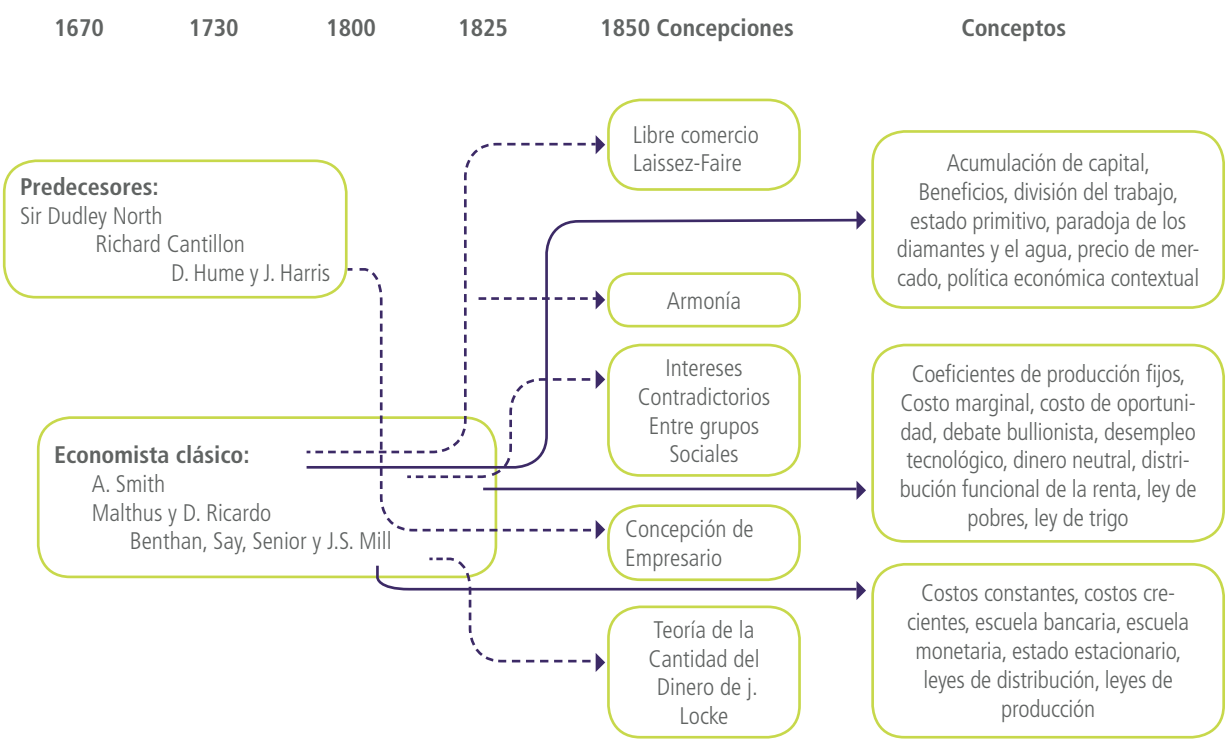
La ingeniería financiera como disciplina no comprende solo la crematística que caracteriza al capitalismo financiero actual ya que, según los fundamentos de la economía clásica, los fenómenos y prácticas económicas y financieras van más allá del simple tratamiento técnico y del propósito de "hacer dinero a través del dinero"; la tradición clásica recobra el sentido de la "vieja economía" *oikos, nomia, telos es decir la administración del Estado desde el punto de vista de la economía social y pública*.

La pertinencia social de la ingeniería financiera como disciplina, en una era posindustrial y de la información, se fundamenta en su relación con la evolución social, las transformaciones del sistema económico y de las instituciones financieras en el ámbito nacional, en relación con la necesidad de nuevos sistemas de regulación y control del sistema financiero globalizado.

Nuestras instituciones financieras deben desarrollar la tecnología crediticia apropiada que permita llegar con financiamiento a amplios sectores de la población, tanto en el ambiente urbano como rural. Así mismo, deben buscar una mejoría en la productividad y reducción de costos, mediante el uso de la tecnología y la implementación de aplicaciones a través de la ingeniería financiera, los modelos, mecanismos e instrumentos apropiados para superar las grandes asimetrías existentes en el mercado, el bajo índice de profundización bancaria, la concentración accionaria y la baja participación de empresas en el mercado de capitales, entre otros asuntos.

Figura 2.

Síntesis sobre predecesores, concepciones y conceptos perdurables de los economistas clásicos.



Fuente: Elaboración Propia.

Referencias

Aristóteles. (1968). *La política.* Lima: Editorial Universo.

Bilbao, A. (2006). Aristóteles y Smith: La política y la ciencia. *Política y Sociedad* U. C. Facultad de Ciencias Política y Sociología.

Blaug, M. (2001). *Teoría económica en retrospección* . México: Fondo de Cultura Económica.

Brue, S. y. Grant, R (2009). *Historia del pensamiento económico*. México: Cengage Learning., Editores S.A.

Freund. (1973). *Explicación y Comprensión: Las teorías de las ciencias humanas*. París.

Godelier, M. ((1982). *Racionalidad e irracionalidad en economía*.Bogotá.: Siglo XXI Editores.

Gotoh, J. K. (2002). Bounding Option Prices by Semidefinite Programming: a Cutting Plane Algorithm. *Management Sci.*, 48, 665–678.

Hayek, F. (2003). La contrarrevolución de la ciencia. Madrid: Unión Editorial.

Heilbroner, R. (1977). *Vida y doctrina de los grandes economistas*. Madrid: Aguilar Ediciones.

Hollis, H. &. (2004). *Filosofía y teoría económica.* México: Fondo de Cultura Económica.

Jevons, W. S. (1998). *La teoría de la economía política*. Madrid: Ediciones Pirámide S.A.

Kurz, H. D. (2008). Innovations and profits Schumpeter and the classical heritage. *Journal of Economic Behavior & Organization*,(67).

Landreth, H., y Colander (2006). *Historia del pensamiento económico*. España: McGraw Hil.

Marín, J. y. (2011). *Economía financiera.* Barcelona: Antoni Bosch.

McGoun, E. G., & Douglas , A. (2013). Sabancı University Information Center Digital Collection. Obtenido de http://digital.sabanciuniv.edu/elitfulltext/3011800000060.pdf?origin=publication_detail,%20http://digital.sabanciuniv.edu/elitfulltext/3011800000060.pdf.

Mill, J. S. (1997). *Ensayos sobre algunas cuestiones disputadas en economía política*. Madrid: Alianza Editorial.

Milberg, H. &. (1998). *La crisis de visión en el pensamiento económico moderno.* Barcelona: Paidós.

Minc, A. (2005). *Los profetas de la felicidad*. Buenos Aires: Paidós.

North D. (2005). *Para entender el proceso de cambio económico*. Bogotá: Norma-Uniandes.

Perdices, L. (2008). Historia del pensamiento económico. España: Editorial Síntesis.

Polanyi, K. (1994). El sustento del hombre. Barcelona: Mondadori-Grijalbo.

Rorthbard, M. (2000). *Historia del pensamiento económico*. (Vol. II). España: Unión Editorial.

Rowell, D. y Luke, B. (2012). The History of the term "Moral Hazard". *The Journal of Risk and Insurance*, 79(4) p.1051-1075.

Samuels, W. (April de 1977). The Political Economy of Adam Smith. *Chicago Journals,* 87(3), pp. 189-207.

Samuels, W. (2000). Signs, Pragmatism, and abduction: The tragedy, irony, and promise of Charles Sanders Pierce. *Journal of Economic Issues,* 34(1), p. 207-217.

Samuelson, P. A. (2009). An enjoyable life puzzling over modern finance theory. *The Annual Review of Financial Economics is*, 9(1),19-35.

Say, J. B. (2001). Tratado de Economía Política. Fondo de Cultura Económica, 498 páginas. México D.F.

Smith, A. (1997). La teoría de los sentimientos morales Fondo de Cultura Económica México D.F.

Sraffa, P. (2005). *The works and correspondence of David Ricardo* (Vol. I). (P. Sraffa, Ed.) Cambridge: University Press.

Stiglitz, J. E. (2002). La información y el cambio en el paradigma de la ciencia económica. *Revista Asturiana de Economía*, 25.

Verona, M. (2006). De la economía general a la economía financiera: un comentario. *Innovar,* Vol. 16(27), p. 7-25.

Vieira, M. (2008). Nuevos paradigmas del pensamiento económico: Un llamado a la interdisciplinariedad. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20).

Weber, M. (1997). *Historia económica general.* México: Fondo de Cultura Económica.

Zexkhauser, R. (2006). Obtenido de http://.pdf.www.hks.harvard.edu/fs/rzeckhau/InvestinginUnknownandUnknowable.

Descripción de algunas herramientas cuantitativas y útiles para entender y pronosticar la dinámica de los mercados financieros

02

Carlos Mario García Díaz [1] «
Elisa Piedrahita Castillo[2] «
Javier Bernardo Cadena Lozano[3] «
Miller Janny Ariza Garzón[4] «
Giovanny Moreno Buitrago[5] «

Introducción

Es importante notar que el ser humano realiza permanentemente simplificaciones de la realidad; en ello incluye elementos determinísticos y estocásticos que le permiten tener una visión mucho más amplia de un sinnúmero de fenómenos que se presentan en el mundo; estas

1. Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ingeniero Financiero de la Universidad Piloto de Colombia y magíster en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente investigador del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: carlos-garcia@unipiloto.edu.co.
2. Economista de la Universidad Santo Tomás de Aquino, especialista en Finanzas de la Universidad de los Andes, Decana de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: bepiedrahita@unipiloto.edu.co.
3. Economista de la Universidad del Rosario, especialista en Finanzas de la Universidad del Rosario, magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia y con título de Doctorado en Administración de la Universidad San Pablo Ceu de España. Docente investigador del Colegio de Estudios Superiores de Administración, CESA. Correo electrónico: javier.cadena@cesa.edu.co.
4. Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Estadístico de la Universidad Nacional de Colombia y magíster en Economía de la Pontificia Universidad Javeriana. Docente investigador del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: miller-ariza@unipiloto.edu.co.
5. Ingeniero Financiero de la Universidad Piloto de Colombia. Trader en mercados electrónicos financieros. Docente investigador del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: giovanny-moreno@unipiloto.edu.co.

interpretaciones tienen distintos grados de aceptabilidad, los cuales varían de acuerdo con la problemática que se analiza.

Algunas de estas simplificaciones están estrechamente relacionadas con la aleatoriedad, con la cual pueden establecerse diferentes mapas de la realidad, basados en la idea de repetibilidad de una situación en las mismas condiciones, dado que se tiene la concepción de que los fenómenos son repetibles. Además, se fundamentan en la idea de la posibilidad de definir *a priori* los diferentes resultados posibles, hecho que se da cuando se asocia el fenómeno con una distribución de probabilidad.

La aleatoriedad se relaciona con lo que el ser humano puede esquematizar, es decir, aproximaciones cuantificables que le dan soporte a lo que se conoce como riesgo, sobre lo cual posteriormente pueden establecerse estrategias de cobertura o previsión; también está la incertidumbre, que se relaciona con lo impredecible, eventos que se presentan y que no han sido previstos o proyectados dentro de las diferentes formas de estudiar los diversos fenómenos, es decir, que se encuentran actualmente fuera del alcance del mapeo humano.

A continuación, se enuncia una idea que incluye los componentes anteriormente descritos:

> Los *sistemas complejos*[6] en contextos más amplios, como los económicos o financieros, muestran con frecuencia alta sensibilidad con respecto a cambios pequeños en algunos de los parámetros. Esto puede ser fuente de aleatoriedad [y de incertidumbre], manifestada en caos, impredecibilidad, hasta catástrofes o crisis económicas globales. (Gordienko, 2011, p. 25)

Esto permite inferir que existe la necesidad de entender el mundo y, específicamente, de entender la dinámica de un sistema complejo como el económico-financiero. La aleatoriedad y la incertidumbre que caracterizan los fenómenos que ocurren en dicho sistema requieren, para su comprensión, de una robusta base teórica y de aproximaciones a través de herramientas cuantitativas. Estas últimas permiten acercarse a éste con la pretensión de dar solución a sus problemáticas específicas en momentos históricos dados, bajo una mirada lineal o no lineal de los fenómenos, según sea el caso.

6. No existe una definición de este concepto, precisamente esto lo hace valioso para referirse a sistemas cuya viabilidad y dinamismo se deriva de sus relaciones intrínsecas y globales bajo una concepción holística.

Los autores agradecen la colaboración de las ingenieras financieras: Natalia Barragán Vásquez y Sandra De Los Ríos Céspedes, en cuanto a sus ideas iníciales para el desarrollo del presente artículo.

> Hechos como los anteriormente mencionados sustentan la necesidad de la Ingeniería Financiera, la cual puede definirse como un conjunto integrado de saberes científicos de los cuales hacen parte la matemática, la estadística, la economía y la física, que con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación y su aplicación en las finanzas se ocupa, con criterio, ingenio y buen juicio, del diseño, desarrollo e implementación de proyectos, metodologías, modelos e instrumentos orientados hacia la innovación financiera frente a oportunidades de crecimiento y desarrollo, y hacia alternativas de solución a problemas de carácter económico-financiero en ambientes caracterizados por el riesgo y la incertidumbre. Innovaciones y soluciones que tienen como propósito, generar un mayor valor en beneficio de la sociedad (Proyecto Educativo del PIF de la UPC, 2011).

Con base en esta conceptualización, y en aras de conocer un poco más sobre algunas herramientas cuantitativas útiles para entender y pronosticar la dinámica de los mercados financieros enfocados a la inversión, el financiamiento y las coberturas, a continuación, se explican brevemente algunas de éstas. Como escenario de análisis, para evidenciar el contexto de aplicación de estas herramientas, se ha tomado la problemática de la inversión, previamente enunciada y que se describe a continuación. Se resalta que las demás problemáticas se han dejado para posteriores análisis.

La inversión por parte de las empresas, las familias y el Estado, a través de los mercados financieros

En los mercados financieros se encuentran los agentes económicos superavitarios, quienes deben tomar decisiones sobre en qué invertir sus excedentes de liquidez. Algunos utilizan diversas metodologías, modelos y técnicas, desde las matemáticas, la estadística, la economía, la física o la econometría, al igual que análisis técnicos, fundamentales o conductuales, para el pronóstico, la predicción y el estudio del comportamiento de las series temporales de los activos asociados con la inversión, objeto de este estudio; dichos análisis se realizan con el fin de generar la mayor rentabilidad posible ante un nivel de riesgo específico.

De este modo,la aplicación de dichas herramientas posibilita la generación de ingresos de portafolio para las empresas, —tanto del sector real como del sector financiero—, las familias y el Estado. Esto se debe a que permiten el diseño de estrategias de inversión y de estructuración de carteras, que se pueden considerar confiables, dada la

rigurosidad técnica que involucran y la existencia de una clara metodología respecto a la construcción y comprobación de las mismas.

La importancia del análisis de series de tiempo económico-financieras radica en el hecho de poder estimar el comportamiento, en cierta medida, de precios, rentabilidades, volatilidades, índices, indicadoresy utilidades, entre otros. Dicho análisis se lleva a cabo con la intención de contar con elementos de juicio, que permitan la toma de decisión en cuanto a la inversión, el financiamiento, la especulación, el análisis de riesgos y el cubrimento, así como, la cuantificación del impacto de dichos resultados en la economía.

Para estos fines, comúnmente se han aplicado metodologías deterministas y estocásticas, tales como los modelos de suavizamiento o filtros y la de Box-Jenkins que involucra los modelos ARIMA. A partir de esta última, cuyo soporte estadístico se realiza a partir de procesos estocásticos estacionarios en el sentido débil, Engle desarrolla todo un marco conceptual y analítico para modelar la volatilidad condicional de una serie, a partir de los modelos denominados ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). Éstos se soportan en procesos con media marginal, varianza marginal y media condicional constantes, pero varianza condicional variable y una correlación no lineal, cuadrática, equivalente entre pares de observaciones que están igualmente distanciadas.

También se han utilizado para el análisis de series de tiempo, técnicas de inteligencia artificial como las redes neuronales artificiales, las cuales soportan su metodología en la forma como funciona la estructura neuronal del cerebro humano. Con ello se ha tratado de encontrar las relaciones no lineales que existen entre conjuntos de datos con el propósito de establecer la dinámica que los gobierna.

Con el mismo propósito general existen herramientas de la física que se aplican en el contexto económico-financiero, como el coeficiente de Hurst; éste es bastante útil para determinar el grado de memoria de una serie temporal e inferir a partir de éste si los cambios en su comportamiento son persistentes, antipersistentes o independientes.

Un autor muy reconocido en los temas de pronóstico empresarial es Kahn (2002), quien en su publicación *An exploratory investigation of new product forecasting practices* describe las veinte técnicas que se pueden aplicar para realizar predicciones en los negocios en las distintas áreas funcionales de una empresa. Si bien algunas de estas técnicas tienen mayor aplicación en estudios de demanda, también pueden ser utilizadas en la evaluación de nuevos productos financieros. En la *Tabla 1* se presenta una breve descripción de cada técnica a partir de Kahn (2002). Algunas de éstas se analizarán más adelante con mayor detalle.

Tabla 1.

Técnicas para realizar pronósticos

Técnicas	Descripción
Modelo de Box-Jenkins	La técnica de Box-Jenkins presenta un conjunto de métodos estadísticos para la predicción, a partir del desarrollo de cuatro fases.
Estudio de mercado	Representan las actividades típicas de investigación de mercado. Se recogen comentarios de los clientes acerca de los productos actuales o nuevos productos o ambos, con el propósito de predecir los patrones de demanda de los clientes.
Árboles de decisión	Es un método probabilístico para la predicción, en el que se asocian varios tipos de riesgos y su probabilidad de ocurrencia. Las probabilidades condicionales se calculan y los eventos más probables se identifican.
Método Delphi	Este método se basa en la opinión subjetiva de expertos, que se obtiene a través de varias rondas de entrevistas estructuradas de manera anónima. Cada ciclo sucesivo proporciona información consolidada de los encuestados y el pronóstico se va perfeccionando. El objetivo del método Delphi es capturar las ventajas de varios expertos en un comité, al tiempo que se minimizan los efectos de la presión social de acuerdo con la mayoría.
Modelos de difusión	Éstos estiman las tasas de crecimientos de las ventas de productos, al considerar diferentes factores que influyen en la decisión de un consumidor para demandar dicho producto. Un modelo de difusión se basa en la dinámica de sistemas. Es una metodología aplicada para evaluar inversiones en proyectos que utilizan nuevas tecnologías.
Curvas de aprendizaje	Este tipo de técnica se basa en el supuesto de que a medida que el volumen de producción acumulada de un producto aumenta, el costo de producción de cada unidad decae de acuerdo con la curva pronosticada. La pendiente de la línea se asocia con la naturaleza del producto y el proceso de producción.
Sistema de expertos	Estas técnicas son comúnmente heurísticas, basadas en informática o reglas para pronóstico. Son determinadas por expertos que son entrevistados y luego construyen afirmaciones con la estructura "si-entonces". Los pronósticos se generan después de pasar por varias afirmaciones de "si-entonces" hasta que todas hayan sido consideradas.
Técnicas de suavizamiento exponencial	Con esta técnica se desarrolla la previsión. Tiene en cuenta los componentes de un pronóstico: el nivel, la tendencia, la estacionalidad y el ciclo.
El jurado de opinión ejecutiva	Es un tipo de técnica que utiliza la combinación de opiniones y predicciones de ejecutivos y expertos informados.

Regresión lineal	Es una metodología estadística que evalúa la relación entre una o más variables. Asume linealidad en sus parámetros y necesita del cumplimiento de supuestos que soportan su estimación y evaluación.
Looks-Like Analysis (Pronóstico análogo):	Pronostica el comportamiento con base en el estudio de productos análogos o similares.
Modelos de análisis de mercado	Éstos intentan modelar el comportamiento del entorno, al estudiar los cambios estructurales que han generado ajustes en la tendencia de las variables más importante de mercado.
Media móvil	Es una técnica que promedia un sólo número determinado de periodos anteriores de ventas.
Redes neuronales	Son modelos estadísticos avanzados que tratan de descifrar los patrones de las series de tiempo, a partir de emular las arquitecturas propias del cerebro.
Regresión no lineal	Es una metodología estadística que evalúa la relación entre una o más variables. La regresión no lineal no asume que esas relaciones sean lineales.
Pre-Cursor Method (Metodo de correlaciones):	Este método, al igual que el pronóstico análogo, se basa en proyectar por analogías la demanda, pero en este caso considera las correlaciones con el comportamiento de productos similares. Se asume que el comportamiento del producto a pronosticar sigue el mismo del de los productos análogos.
Método compuesto de fuerza de ventas	Es una técnica de pronóstico de "abajo hacia arriba". Es decir, los individuos, que por lo general son los vendedores, proporcionan sus predicciones. Éstas se toman en cuenta para el cálculo de los pronósticos de la línea de productos.
Análisis de escenarios	Éste consiste en el desarrollo de escenarios para predecir lo que podría ser. Hay dos tipos de análisis de escenarios: los enfoques normativos y los exploratorios. En primero aparece el futuro y trabaja hacia atrás para determinar qué se debe hacer con el fin lograr lo que se espera que ocurra. El segundo comienza en el presente y se mueve hacia el futuro sobre la base de las tendencias actuales.
Simulación	Representa un enfoque para incorporar las fuerzas del mercado dentro de un modelo de decisión. "Que pasaría" si los escenarios son considerados. Normalmente, la simulación se realiza con herramientas tecnológicas. Un modelo de simulación típica es la simulación de Monte Carlo, el cual emplea eventos generados de manera aleatoria.
Análisis de la línea de tendencia	El objetivo del análisis de la línea de tendencia es ajustar a una función un conjunto de datos.

Fuente: Elaboración propia con base en Kahn (2002, pp.142-143).

Modelos deterministas o filtros

Como introducción, es pertinente retomar algo de la historia. De Goojier y Hyndman, en su publicación *25 Years Of Time Series Forecasting*, muestran once técnicas diferentes para realizar pronósticos. Para empezar a resumirlas, iniciamos con los modelos de suavizamiento exponencial que son aquellos que se utilizan para la extrapolación de diversos tipos de series univariadas. A pesar de que esta técnica se utiliza con frecuencia en los negocios y en la industria, no se le atribuye una clara fundamentación estadística que soporte los resultados de su aplicación.

El inicio del suavizamiento exponencial se comprueba con la evidencia que se tiene en publicaciones como *Exponential Smoothing: The state of the art* (Gardner, 1985), en la que se menciona que esta técnica nace del ingenio de Robert G. Brown en 1944, cuando desarrolló un modelo para dar seguimiento al mando de control de fuego sobre la localización de los submarinos; con sistemas informáticos ideó un método para estimar la velocidad del blanco y el ángulo para disparar cargas.

Esta técnica se pudo extrapolar a otras líneas en las que Brown se desempeñaba. Por ejemplo, para pronosticar la demanda de piezas de repuestos en los sistemas de inventario en la Armada de Estados Unidos, él diseñaba modelos en los que se incluían la tendencia y la estacionalidad de la variable; éste fue el preámbulo para que en 1956 presentara su trabajo acerca del suavizamiento exponencial de la administración de inventarios en la conferencia de la *Operation Research Society of Inventor* (De Gooijer y Hyndman, 2006).

Dicho trabajo contribuyó a la generación de dos publicaciones: *Statistical Forecasting for Inventory Control* (1959), en la cual desarrolló un sistema de control dinámico de inventarios con demanda aleatoria que utiliza una cantidad llamada "demanda máxima razonable con el tiempo de espera". El propósito era realizar previsiones de demanda y superar los tiempos muertos en cada proceso de producción; esta demanda máxima razonable se define como la demanda promedio del tiempo de espera más un factor de seguridad que es la desviación estándar o, en otros casos, la desviación media absoluta.

El método para hallar la media y la desviación media absoluta tomó la demanda real del tiempo de espera por suavizamiento exponencial (Howe, 1974). En su segunda publicación, *Smoothing Forecasting, and Prediction of Discrete time series* (1963) desarrolló el método de Brown que se basaba en el pronóstico de variables estacionarias, en las que se le daba peso de manera exponencial a las observaciones más recientes.

Después de Brown, aparece Charles C. Holt quien, con el apoyo de la División de Logística de la Oficina de Investigación Naval, trabaja para desarrollar un método similar al suavizamiento exponencial que evalúa los efectos aditivos en tendencia y un procedimiento alternativo para evaluar el suavizamiento para datos con comportamiento estacional, pues el modelo de

Brown no era capaz de capturar el comportamiento de la tendencia de manera directa; este trabajo fue documentado en 1957 y publicado sólo hasta 2004. A pesar de la existencia de esta brecha de tiempo, las teorías de Holt fueron recibidas con gran aceptación en la época, y fueron referenciadas por Winters (1960) y Modigliani, Muth y Simon (1960).

El modelo desarrollado por Winters (1960) toma aportes de Holt en la medida en que utiliza sus análisis para aplicarlos a una serie real de ventas, mediante el método aditivo de Holt-Winters (H-W); éste se utiliza cuando la estacionalidad se presenta de manera aditiva en un horizonte de tiempo y el método multiplicativo (H-W), cuando la serie presenta una estacionalidad que se incrementa de manera multiplicativa.

En general, una serie de tiempo puede presentar al menos uno de los siguientes cuatro componentes:

- Tendencia (T): hace referencia al comportamiento creciente o decreciente de largo plazo de la serie.
- Ciclo (C): es otro factor de largo plazo que se presenta cuendo se fluctua alrededor de la tendencia. Aplica principalmente en series económicas en las que se presentan periodos largos de expansión seguidos por periodos de recesión.
- Estacionalidad (S): es un componente de corto plazo. Se refiere a un cambio más o menos estable que aparece regularmente a lo largo del tiempo, año tras año. La estacionalidad se presenta en periodos inferiores a un año asociados generalmente a comportamientos comerciales; por ejemplo, en Colombia el IPC presenta una estacionalidad mensual en el mes de enero de cada año cuando, generalmente, este indicador se dispara. En las ventas, tal estacionalidad tiende a ser trimestral con repuntes en el cuarto trimestre.
- Componente Irregular (I): también es un componente de corto plazo. El I es todo aquello que no sea T, C o S y que afecte a una serie; además, ayuda a "cuadrar" la serie cuando se realiza un análisis de descomposición aditivo o multiplicativo. Algunos autores mencionan que este componente es el equivalente en las series estocásticas al error, pero, a diferencia de aquel, el I es predecible; como ejemplo está el pronóstico de los saldos de las cuentas de ahorros en el evento de un impuesto, que implicaría una reducción en su valor, sólo atribuible al componente irregular.

En los modelos aditivos los componentes de la serie se suman y se suponen independientes. Adoptan la expresión $y=T+C+S+I$.

En los modelos multiplicativos el supuesto es que los componentes tienen relaciones entre sí y son, por tanto, dependientes; por esta razón se utilizan más. Adoptan la expresión $y=T*C*S$.

Modelo de promedio móvil (PM)

El promedio móvil es un modelo de pronóstico basado en una media aritmética, cuyo nuevo valor elimina la observación más antigua e incorpora la más reciente. El orden del promedio móvil *k* lo define el investigador de acuerdo con el objeto de estudio. Entre mayor es *k*, mayor es el efecto de suavizamiento de la serie y el pronóstico tendrá mayor influencia de las observaciones pasadas. Como características generales se tienen las siguientes:

- Cuando se utiliza para suavizar una serie, es decir, eliminar los componentes de corto plazo, se pierden *k-1* grados de libertad.
- Cuando se utiliza para realizar un pronóstico se pierden k grados de libertad.
- La serie a pronosticar debe ser estacionaria, es decir, con media y varianza constantes en el tiempo.
- Incumple el supuesto de suficiencia de los estimadores, debido a que no tiene en cuenta todas las observaciones. Esto ocurre porque se eliminan las observaciones más antiguas. Como ejemplo, suponga un pronóstico para el periodo "t" con un promedio móvil de orden 3, que se calcula de la siguiente manera:

$$F_t = \frac{X_{t-1}+X_{t-2}+X_{t-3}}{k}$$

Se elimina esta observación para el siguiente pronóstico.

Asimismo, para el periodo "t+1" la expresión es la siguiente:

$$F_{t+1} = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2}}{k}$$

Como se observa, se elimina el término X_{t-3} y se incorpora el término X_t

- Por último, el PM pondera por igual todas las observaciones bajo el entendido de que todas son igualmente importantes para explicar el comportamiento futuro.

Modelo de suavizamiento exponencial

Es un modelo de pronóstico, cuyo nuevo valor es un promedio ponderado de los valores recientes y pasados. Se dice que contiene un mecanismo de autocorrección del pronóstico en sentido

contrario a los errores del pasado. La idea es que a medida que se realizan los pronósticos, el error se anule sistemáticamente y no se acumule.

La expresión para este modelo es la siguiente:

$$F_{t+1} = \alpha x_t + (1 - \alpha) F_t$$

En esta ecuación

- α es la constante de suavizamiento que suaviza la estimación de la serie. Siempre toma valores entre cero y uno.
- α determina el grado de influencia sobre el pronóstico de la observación más reciente.
- Cuanto mayor sea α, tanto mayor será la influencia de los datos recientes sobre el pronóstico.
- α suaviza la estimación de la serie.
- El valor de α a escoger en el modelo debe ser aquel que minimice la raíz del error medio cuadrático (R.E.M.C), la cual se considera una medida de bondad del ajuste.

$$R.E.M.C = \sqrt{\frac{\sum (x_t - F_t)^2}{n}}$$

- Valores pequeños de α indican que se le da mayor importancia a los datos pasados de la serie, pero sin perder el concepto de que las observaciones más recientes ponderan más en el resultado del pronóstico.
- Cada observación de la serie de tiempo tiene una importancia relativa distinta.
- El pronóstico por este método siempre tiene en cuenta todas las observaciones analizadas.

Es de resaltar que sin importar el valor de α, el pronóstico para el periodo "t+1"no puede salirse de los valores pronosticado y observado en t F_t y x_t, situación que asegura que el error no crezca sistemáticamente en cada periodo. Si α=0 ->$F_{t+1}=F_t$; si α=1 ->$F_{t+1}=x_t$.

Para inicializar la serie y realizar el proceso de estimación y pronóstico de cada periodo es común suponer que $F_t=x_t$.

Modelo de Holt

Toma como base el modelo de suavizamiento exponencial y agrega una nueva ecuación y un nuevo parámetro que recoge la estimación de la tendencia de la serie. El nuevo parámetro se conoce como β. Por tanto, este modelo se utiliza para pronosticar series que tienen tendencia.

- Ecuación general:

$$F_{t+\rho} = A_t + T_t\,\rho$$

En la que:

ρ: es el número de periodos a pronosticar

A_t: es la serie suavizada

T_t: es la tendencia de la serie

- Expresión que suaviza la serie:

$$A_t = \alpha\, x_t + (1 - \alpha)[A_t + T_{t-1}]$$

- Expresión que recoge la estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta\,(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

En esta ecuación $0 \leq \beta \leq 1$. β es una constante que suaviza la estimación de la tendencia.

Para inicializar la serie y realizar pronosticos existen diferentes criterios. Uno de ellos consiste en adoptar los siguientes supuestos:

- $A_t = x_t$
- $T_t = 0$
- $\rho = 1$ en estimación; el pronóstico varía de acuerdo con el número de períodos a pronosticar.

Este modelo tiene la ventaja de que al quedar constantes los parámetros A_t y T_t al final del proceso de estimación, es posible pronosticar cualquier número de periodos al darle valores al parámetro ρ.

Modelo de Holt-Winter

También se conoce como modelo de tres parámetros. Además de tomar en cuenta la tendencia de la serie, recoge la estimación de la estacionalidad e incluye una nueva ecuación y un nuevo parámetro denominado γ. Su conceptualización teórica se basa en el modelo de Holt.

Ecuación general

$$F_{t+\rho} = [A_t + T_t\,\rho\,]S_{t-L+\rho}$$

En la que:

S: es la estacionalidad

L: es la longitud de la estacionalidad

ρ: es el número de periodos a pronosticar

- Ecuación que desestacionaliza la serie

$$A_t = \alpha \frac{x_t}{s_{t-L}} + (1 - \alpha)[A_t + T_{t-1}]$$

- Ecuación que recoge la estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

- Ecuación que incorpora la estimación de la estacionalidad y se pondera con la constante gama γ:

$$S_t = \gamma \frac{x_t}{A_t} + (1 - \gamma) S_{t-L}$$

En resumen, la primera ecuación desestacionaliza la serie, es decir, elimina la estacionalidad para incorporarla en la tercera ecuación como un componente independiente. Sin duda, el desarrollo de esta ecuación es el principal aporte de Winter. El nuevo parámetro γ recoge la estimación de la estacionalidad y, al igual que α y β, toma valores entre cero y uno. A diferencia del modelo de Holt, éste sólo pronostica el número de periodos equivalente a la estacionalidad. Por ejemplo, si esta última es mensual, el modelo de Holt-Winter pronostica doce meses; en la estimación se pierden varios grados de libertad, equivalentes al orden de la estacionalidad.

Al igual que en el modelo de Holt, para inicializar la serie y realizar pronósticos existen diferentes criterios. Uno de ellos consiste en adoptar los siguientes supuestos:

- $A_t = x^t$
- $T_t=0$, es decir, no hay tendencia.
- $\rho=1$ en estimación; el pronóstico varía de acuerdo con el periodo a pronosticar.
- $S_t=1$ significa que no existe estacionalidad en la serie.

Modelos ARMA

Los modelos ARMA fueron popularizados por George Box y Gwilym Jenkins durante los años 1970 y 1976, aplicados principalmente al análisis y predicción de series de tiempo. Los ingenieros Box y Jenkins desarrollaron la obra denominada *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, la cual tiene una influencia destacada en el ámbito económico y es el punto de partida de una extensa literatura de desarrollos teóricos y de aplicaciones empíricas relacionadas con el análisis de series.

Algunas de estas aplicaciones han sido con series financieras, de las cuales existe evidencia de que su comportamiento pasado provee información sobre el comportamiento futuro.

Esto incentivó la aplicación de la metodología autorregresiva AR para su predicción que, a su vez, se complementa con modelos de promedio móvil MA los cuales, en conjunto, constituyen la metodología autorregresiva y de promedio móvil denominada ARMA. Sin embargo, es importante anotar que en las series financieras también se ha encontrado evidencia de poca autocorrelación y de procesos generadores no lineales, en los que el modelo en mención se queda corto en la explicación del comportamiento de la dinámica de las series.

Resulta importante mencionar que estos modelos ARMA fueron diseñados para procesos estocásticos estacionarios univariados; por tanto, si la serie a predecir no cumple con el supuesto de *estacionariedad*[7], ésta se podrá diferenciar un número determinado de veces, según sea necesario, aunque razonable en la práctica, de manera que se logre obtener a partir de la serie inicial una serie estacionaria en el sentido débil, sobre la cual se aplicarían los modelos ARMA. Este proceso de diferenciación, asociado con la letra I del término integración, consiste en sumar las variaciones que se generaron en busca de recuperar la serie original. El modelo ARMA junto con este proceso de diferenciación, constituyen la metodología ARIMA.

Lo anterior es una de las ventajas de los modelos Box-Jenkins sobre los desarrollos de la época, dado que permite la utilización de series que, sin ser estacionarias, pueden ser transformadas para serlo. Otra de las ventajas es que proporciona predicciones aceptables en el inmediato y corto plazo; esto se debe a que la metodología permite elegir entre un amplio rango de distintos modelos, el que mejor represente el comportamiento del proceso generador de los datos.

Según la definición de esta familia de modelos, la metodología Box-Jenkins sigue un proceso que consta de cuatro fases, así: (1) evaluación de la estacionariedad del proceso a partir de la serie; (2) identificación o propuesta de modelos; (3) estimación de los parámetros del modelo o modelos ARIMA que mejor emulen el comportamiento del proceso generador de la serie; (4) selección del mejor modelo ARIMA entre el conjunto de modelos estimados, de acuerdo con estadísticos de medición de desempeño; (5) validación de supuestos y de resultados y (6) uso del modelo elegido. Esta misma metodología es aplicable en la construcción de otro tipo de modelos.

A continuación, se presenta la formulación matemática de los modelos ARIMA:

Sea x_t una serie que sigue un proceso ARMA *(p,q)*, entonces su expresión general es:

$$\alpha(B)x_t = c + \beta(B)\varepsilon_t, \text{ equivalente a:}$$

$$x_t = c + \alpha_1 x_{t-1} + \alpha_2 x_{t-2} + \cdots + \alpha_p x_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \beta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \beta_q \varepsilon_{t-q}$$

7. Se dice que una serie es estacionaria si conserva sus características probabilísticas en el tiempo, lo que facilita, así, modelar y hacer predicciones de la misma.

En esta ecuación c es una constante, p es el orden o mayor rezago de la parte autorregresiva del modelo, q es el orden o mayor rezago de la parte de media móvil y ε_t es *ruido blanco*[8].

Es importante anotar que muchas series financieras pueden no ser estacionarias. Por tanto, como se ha mencionado, será necesario remover la no estacionariedad, a partir de diferentes procesos tales como aplicar primeras diferencias (x_t-x^{t-1}), aplicar un logaritmo ($\ln x_t$), aplicar cambios porcentuales aritméticos $\left(\frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}}\right)$ o porcentuales geométricos $\left(\ln \frac{X_t}{X_{t-1}}\right)$; la elección de uno de estos procesos dependerá de las características de la serie a predecir. De esta manera, se constituye un modelo ARIMA *(p, d, q)*, en el que d representa el número de veces que fue necesario diferenciar la serie para conseguir una que fuese estacionaria.

Con respecto al método para la estimación de los modelos ARIMA, podrían usarse mínimos cuadrados ordinarios (MCO), siempre y cuando el modelo apropiado a utilizar sea un AR; en el caso de que el modelo a estimar contenga el componente de promedios móviles (MA), el método de estimación estará dado en función de maximizar la verosimilitud por optimización numérica, como por ejemplo por el *Método de Newton*[9]; esto se debe a que en dicha función el objetivo es no lineal con respecto a los parámetros. También es posible realizar dicha estimación al utilizar MCO, pero de manera recursiva, como lo plantea el método indicado por Hannan y Rissanen (1982).

Como estadístico para la selección del mejor modelo es posible usar el *Akaike Information Criterion* (AIC) o el *Schwartz Criterion* (SC), entre otros, los cuales se basan en un mismo principio, que consiste en estimar modelos para diferentes valores de *p* y *q*. Para ello se busca la combinación en la que los resultados en términos de error, asociados a la función de verosimilitud, sean menores, penalizada por el número de parámetros estimados en el modelo.

Modelos ARCH Y GARCH

Una extensión importante de los modelos ARIMA son los de heterocedasticidad condicional autorregresiva, denominados ARCH, propuestos por Engle (1982) quien, en su artículo seminal, plantea la necesidad de tener en cuenta, dentro de la determinación final del proceso de formación de una serie temporal, la significativa estructura de correlaciones que puede existir en la volatilidad de la serie; condición que los modelos de la época no contemplaban, dado que sólo verificaban la estacionariedad en términos marginales. Como lo menciona Tsay (2002), la volatilidad se asocia con la varianza condicional de los retornos de los activos subyacentes.

Según Gujarati (2004), la potencia de los ARCH radica en que permiten ajustar la varianza de forma condicional, característica propicia para modelar aquellas series de tiempo en

8. Es decir, ε_t es un término de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante σ_ε^2.

9. Método de optimización numérico que sirve para encontrar el máximo o mínimo de una función.

las que a menudo se presenta el fenómeno de acumulación de volatilidad; es decir, aquellas que muestran lapsos con grandes variaciones durante determinados periodos de tiempo, seguidos por intervalos en los que se evidencia una calma relativa, como ocurre con muchas de las series de rentabilidad de activos financieros y series sobre el comportamiento de índices bursátiles.

Los modelos ARCH son bastante utilizados en el ámbito económico-financiero, básicamente por tres razones:

(1) Se centran en la estimación de la evolución temporal de la varianza condicional, directamente vinculada con la parte no predecible de las series temporales, las cuales son una mejor medida de riesgo que otras variables proxi de la volatilidad (Rich, Raymond y Butler, 1989).

(2) Las propiedades estadísticas de los modelos ARCH parecen ser una descripción exhaustiva y adecuadamente parsimoniosa del comportamiento de muchas series financieras (Rich, Raymon y Butler, 1989).

(3) La volatilidad es un insumo importante en la administración del riesgo y en el mercado de opciones financieras; a pesar de no ser directamente observable y de encontrar diferentes aproximaciones en la literatura, la derivada de los modelos ARCH-GARCH y sus extensiones es una de las que puede estimarse o ajustarse a partir del análisis del comportamiento histórico de la serie de tiempo de retornos (Tsay, 2002).

Derivada de la propuesta de los modelos ARCH, existe una amplia familia de sofisticaciones que pretenden ampliar y mejorar la definición estadística de los mismos como, por ejemplo, la capacidad de capturar asimetrías en los procesos y contemplar raices unitarias, entre otros. Entre estas extensiones se encuentran los modelos GARCH, ARCH Multivariados, ARCH-M, GARCH en Media, LGARCH, MGARCH, IGARCH, EGARCH, TS-GARCH, AGARCH, NGARCH, FACTOR ARCH, TGARCH, GJR-GARCH, V-GARCH, A-PARCH, modelos ARCH de régimen cambiante, modelo GARCH cuadrático o Q-GARCH, modelo de memoria larga o ARCH con componentes, LST-ARCH, VAR_GARCH y ACD-GARCH; éstos han sido descritos ampliamente en la literatura asociada al pronóstico y evaluación de factores de riesgo en decisiones económicas y financieras.

En particular, como ya se mencionó, los modelos ARCH pretenden modelar la varianza condicional en función de los ε_t del pasado; es decir, que el error ε_t de un modelo de regresión clásico como $y_t=\omega x_t+\varepsilon_t$ estará condicionado al conjunto de información $\{\varepsilon_{t-j} \setminus j=1,2,3,\ldots\}$, para el cual se asume una distribución normal, en la que la varianza (σ^2) ya no es constante a través del tiempo, sino que sigue un proceso aleatorio estacionario (σ_t^2) que depende de los errores del pasado. Esta varianza condicional (σ_t^2) puede expresarse como

$$\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 \,/\, \varepsilon_{t-1}\,,\ \varepsilon_{t-2}\,, \ldots) \;=\; \beta_0 \;+\; \beta_1\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2\varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \beta_q\varepsilon_{t-q}^2$$

En la que q es el número de rezagos de los errores al cuadrado.

> Nótese que σ_t^2 está en función de datos del pasado ya conocidos, por lo cual puede considerarse como la predicción de ε_t^2; esto es $E(\varepsilon_t^2/I_t)$. Una condición suficiente para que la varianza condicional σ_t^2 sea positiva es que los coeficientes $\beta_1,\ldots,\beta_q$ sean mayores o iguales que cero y que β_0 sea estrictamente mayor que cero. Puede verse de $y_t=\omega x_t+\varepsilon_t$ que la varianza de y_t dado I_t es proporcional a la varianza de ε_t dado I_t. De esta manera, la técnica ARCH permite modelar periodos de tranquilidad y volatilidad en la variable dependiente y_t. (Montenegro, 2005, p. 142).

Con respecto al método para identificar la presencia del efecto ARCH, existe la prueba del tipo multiplicador de Lagrange (LM), entre otras, que consiste en probar un ARCH(*q*) contra la no existencia de ARCH, al evaluar la significancia de los parámetros del ARCH(*q*) especificado; de manera que se concluye, que hay evidencias de efecto ARCH siempre y cuando uno de los parámetros distinto al intercepto sea significativo.

Acerca de los métodos para estimar los modelos ARCH, se sugiere el de Máxima Verosimilitud para los parámetros de la ecuación de la varianza condicional, dado que resulta ser más eficiente que por MCO; de utilizarse MCO en esta segunda parte, podría requerirse un ajuste para incorporar la heterocedasticidad.

En cuanto a los modelos GARCH (p,q), éstos no sólo dependen de los ε_t rezagados, sino además de rezagos de la varianza condicional, en la que p representa el número de rezagos de la varianza y q el de los errores al cuadrado. Esto permite un mayor grado de parsimonia en comparación con un ARCH(q), cuando el modelo se ajusta adecuadamente al proceso generador.

La varianza condicional para este modelo tiene la siguiente expresión:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\sigma_{t-1}^2 + \alpha_2\sigma_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_p\sigma_{t-p}^2 + \beta_1\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_2\varepsilon_{t-2}^2 + \cdots + \beta_q\varepsilon_{t-q}^2$$

En sí, las particularidades de los mercados financieros requieren modelos capaces de estimar la volatilidad condicional variable y los efectos de contagio que los caracteriza; hecho que es posible a través de funciones no lineales, como las cuadráticas, base de los modelos ARCH y GARCH, o como las exponenciales y las logarítmicas, con modelos de inteligencia artificial, entre otros.

Modelos de redes neuronales artificiales (RNA) [T1]

Las redes neuronales artificiales, denominadas RNA, propuestas inicialmente por los neurólogos McCulloch y Pitts en 1943, son modelos matemáticos basados en la estructura neuronal del cerebro humano. Éstos tratan de reproducir, de cierto modo, los mecanismos de

procesamiento de información propios de una neurona biológica, con el fin de encontrar las relaciones no lineales que existen entre conjuntos de datos.

También puede decirse que: "una red neuronal artificial es un procesador paralelo, distribuido y masivamente interconectado que almacena conocimiento experimental" (Haykin, 1999); dicho conocimiento permite aprender y posteriormente emitir un resultado.

Las redes neuronales artificiales son utilizadas en la modelación de sistemas dinámicos no lineales, como el económico-financiero, para la predicción de tendencias en el comportamiento de una serie temporal y para la clasificación de conjuntos de datos, entre otras aplicaciones. En estas últimas encontrar las relaciones de causalidad no es la finalidad principal de la red, sino, por el contrario, lo que se pretende es establecer la dinámica que gobierna el sistema.

En el contexto financiero, las RNA son utilizadas regularmente para predecir el precio, la volatilidad o la rentabilidad de un activo financiero, lo que es bastante útil para tomar decisiones de compra, venta o mantener posición respecto a una inversión; también las RNA se han aplicado para predecir el comportamiento futuro de un índice bursátil y, según lo representativo que éste sea, dicha predicción se convierte en un valioso resultado para inferir acerca del direccionamiento de la economía de un país.

Características de una RNA

De acuerdo con Sánchez y Alanís (2006, pp. 5-6), las redes neuronales artificiales ofrecen ventajas como el modelamiento de sistemas dinámicos no lineales; la capacidad de aprendizaje a partir de ejemplos, hecho que permite el entrenamiento de la red, y por tanto, el ajuste de los pesos sinápticos según una respuesta esperada; la capacidad de adaptabilidad de los parámetros en tiempo real; la tolerancia a fallas dada su masiva interconexión, esto es, la falla de un procesador altera de forma poco significativa la operación; la uniformidad en el análisis y diseño de la red, lo que permite garantizar características específicas; por último, la analogía existente entre las redes biológicas en contraposición a las artificiales, lo que posibilita contar con preconceptos útiles.

En este contexto, es importante aclarar que las diferencias, en cuanto a funcionalidad, complejidad y capacidad de aprendizaje, entre una red neuronal biológica y una artificial son enormes; la primera está constituida en sus puntos de interconexión por miles de componentes y de procesos activos de propagación de los impulsos que son imposibles de igualar. Esto genera una mayor complejidad en su sinapsis, una funcionalidad de tipo asincrónica, una producción de patrones temporales en forma continua y un veloz proceso de aprendizaje.

En las RNA las conexiones son relativamente simples, la funcionalidad de la red es de tipo periódica, la producción de patrones temporales se presenta de forma discreta, el proceso de aprendizaje es lento y en algunas oportunidades se requieren múltiples patrones para llegar

a un aprendizaje óptimo que permita la generalización. Es decir, que las características propias de una red neuronal biológica también están presentes en las RNA, aunque con menores ventajas, pero con igual generalidad, lo que permite deducir la teoría básica para el modelamiento de fenómenos no lineales a partir de ellas.

Como ya se mencionó, los modelos construidos a partir de redes neuronales involucran procesos de aprendizaje o entrenamiento, los cuales constituyen el conjunto de experiencias exitosas a medida que se ajusta la sinapsis de la red; es decir, a medida que se obtiene el conjunto de valores de pesos relativos óptimos inmersos en las reglas de propagación dentro de cada una de las fases del proceso. Estas experiencias le permitirán a la red dar respuestas distintas ante estímulos diferentes, a partir de las relaciones no lineales que identifique entre los conjuntos de datos de insumo.

Existen diferentes algoritmos o reglas que permiten encontrar los pesos relativos óptimos, tales como el algoritmo de corrección del error, la regla de Hebb, el aprendizaje competitivo y el aprendizaje tipo Boltzman. La elección de uno de estos algoritmos depende del tipo de problema a resolver y de la estructura de la red neuronal. "El que haya distintos algoritmos tiene cierta base biológica; ya que neuronas de distintas partes del cerebro aprenden de forma distinta también" (Izaurieta y Saavedra, 2000, p. 7). Algunos algoritmos son más veloces, pero otros pueden ser más precisos; por consiguiente, será el investigador el encargado del análisis y selección del más conveniente a utilizar.

También pueden distinguirse dos tipos de esquemas de aprendizaje generales: Supervisado y No Supervisado. En el primero se cuenta con los datos propiamente dichos y cierta información relativa a la solución del problema, lo que permite comparar el resultado obtenido con la salida que debería haberse producido; determinada la diferencia entre estos dos valores, se podría actuar consecuentemente, al modificar de manera apropiada los pesos sinápticos para que se ajusten, con el fin de minimizar dicho resultado. Por el contrario, en el aprendizaje No Supervisado, la red se ajusta dependiendo únicamente de los valores de entrada recibidos y no se cuenta con información respecto a la solución del problema que guíe el aprendizaje.

Es importante mencionar que, aunque se mantengan niveles altos de precisión en los insumos de información, es difícil la predicción a largo plazo a partir del uso de redes neuronales artificiales; también es claro que este tipo de modelos conjugados con otros tipos de análisis como el técnico y el fundamental, proporcionaría una importante herramienta para la toma de decisiones de inversión.

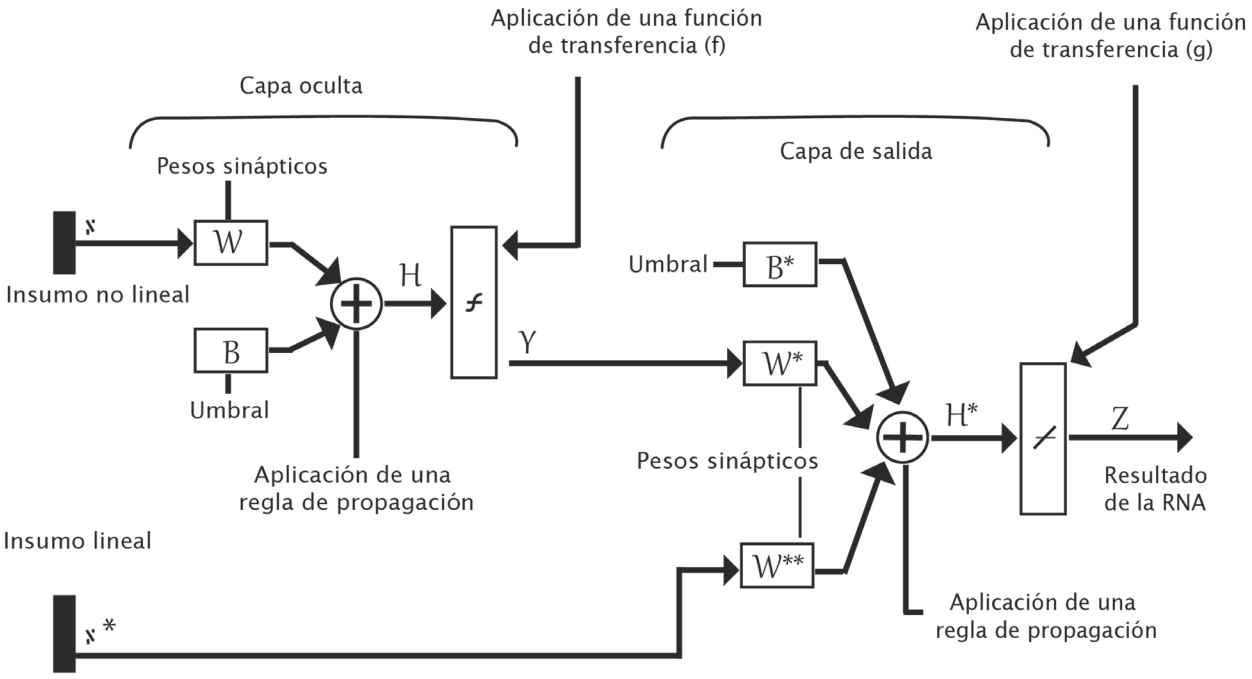
Estructura de una RNA

La estructura de una RNA consta de neuronas que, en conjunto, constituyen capas de información; toda red neuronal artificial tiene como mínimo una capa de entrada y una de salida;

las capas que se encuentran entre la de entrada y la de salida se denominan capas ocultas; el número total de capas depende de la complejidad del fenómeno que se desea explicar; todas las capas de una red se conectan entre sí a partir de funciones de transición de estado, también denominadas 'funciones de transferencia' o 'funciones de activación', determinadas por el investigador de acuerdo con fines específicos. Entre estas funciones se encuentran la lineal o identidad, el escalón, la logarítmica sigmoidea y la tangente sigmoidea *(ver Figura 1)*.

Figura 1.

Ejemplo de una estructura de RNA con una capa oculta, dos secciones de insumo, una no lineal y otra lineal y una neurona en la capa de salida.



Fuente: García (2014)

En esta figura *X* y *X** representan el conjunto inicial del insumo no lineal y del lineal, respectivamente; *W* y *W** los pesos relativos de los diferentes insumos en cada capa; *B* y *B** fungen como los interceptos del modelo; *H* representa el conjunto de insumo de la capa oculta, resultado de la combinación lineal entre *X* y *W* y la adición de *B*; *Y* es el resultado final de la capa oculta después de aplicar la primera función de activación *f*; *H** representa el conjunto de insumo de la capa de salida, resultado de la suma entre las combinaciones lineales de *Y* con *W** y de *X** con *W*** y la adición de *B**; *Z* es el resultado final de la capa de salida después de aplicar la segunda función de activación *g*.

Las relaciones que pueden existir entre diferentes neuronas de una misma red son: (a) entre neuronas de una misma capa no se establece ningún tipo de relación; (b) la forma en que las neuronas de diferentes capas se conectan entre sí definen la arquitectura de la red o patrón de conectividad; (c) las interconexiones entre neuronas actúan como rutas de comunicación, a través de las cuales viaja la información.

En cuanto a funcionalidad, la información contenida en las neuronas de la capa de entrada es valorada a partir de una regla de propagación, también denominada potencial sináptico, la cual puede ser un promedio ponderado de la información suministrada por las neuronas que se encuentran en la capa de entrada multiplicada por un peso relativo, el cual define la importancia de dicha información dentro del proceso; obtenido este promedio ponderado, se evalúa el resultado al aplicar la función de activación determinada por el investigador; este mismo proceso se realiza tantas veces como número de neuronas se hayan definido en la siguiente capa de la red; luego se incorpora a la red un algoritmo de aprendizaje específico, el cual conducirá, después de un determinado número de iteraciones, a un resultado.

Representación matemática de una RNA específica[10]

En forma matemática, la técnica de red neuronal artificial, para el caso específico descrito en el ítem anterior, sobre la forma matricial de una RNA de una sola capa oculta, dos secciones de insumo, una no lineal y otra lineal y una neurona en la capa de salida, puede representarse de la siguiente manera:

$$y_{i,k} = f\left(b_{i,k} + \sum_{j=1}^{m} x_{i,j} w_{j,k}\right) \forall i = 1,2,\ldots,p; \quad y \quad \forall k = 1,2,\ldots,q.$$

$y_{i,k}$ está conformado por $p_x q$ elementos que resultan de la aplicación de f sobre la combinación lineal entre el conjunto de variables insumo de entrada y el conjunto de pesos iníciales, sumada una restricción. Posteriormente, estos $p_x q$ elementos de activación, junto con los pxn elementos provenientes de la sección lineal, conforman el insumo para activar la capa de salida que tiene una única neurona. Es así como se obtiene que:

$$\hat{z}_{i,1} = g\left(b_{i,1}^{*} + \sum_{s=1}^{n} x_{i,s}^{*} w_{s,1}^{**} + \sum_{k=1}^{q} y_{i,k} w_{k,1}^{*}\right) \forall i = 1,2,\ldots,p.$$

Esta ecuación $\hat{z}_{i,1}$ está conformado por i elementos de salida, resultado de la aplicación de g sobre la suma de: (1) la combinación lineal entre el conjunto $y_{i,k}$ y el vector de pesos $w_{k,1}^{*}$, (2) la combinación lineal entre el conjunto $x_{i,k}^{*}$ y el vector de pesos $w_{k,1}^{**}$ y (3) una restricción. Estos *i* elementos se constituyen en el resultado esperado de la RNA, después de un número determinado de iteraciones, producto de aplicar un algoritmo de aprendizaje específico.

10. Basado en Granger y Teräsvirta (1993, p. 105).

Recordemos que *p* representa la cardinalidad de cada una de las series de entrada, *m* el número de variables de entrada al modelo sección no lineal, *n* el número de variables de entrada al modelo sección lineal y *q* el número de neuronas de la capa oculta. También intervienen en el proceso matemático, dos funciones de activación, *f* y *g*, las cuales suelen tener restricciones de acotamiento al incluirse en el modelo; entre las funciones más utilizadas, como ya se mencionó, están: escalón, lineal o identidad, logística sigmoidea y tangente sigmoidea.

En general, dada la capacidad de las RNA para modelar relaciones no lineales entre conjuntos de datos, se ha encontrado que el desempeño en la predicción de las rentabilidades de activos financieros, es mejor en comparación con los resultados de modelos tradicionales como ARIMA o ARIMA GARCH.

Coeficiente de Hurst

Fue el hidrólogo Harold Edwin Hurst, en 1951, quien al estudiar la fluctuación del caudal fluvial del río Nilo con el paso del tiempo elaboró un estadístico para contrastar si el nivel de reservas de agua en las represas del río seguiría un paseo aleatorio. Sin pretenderlo, este estudio, posteriormente, fue clave en el análisis del comportamiento de series económico-financieras.

La importancia del trabajo de Hurst en el escenario financiero fue revelada a través de contribuciones de Mandelbrot en 1965, quien aplicó dicho estadístico en las fluctuaciones de los precios de los activos de la Bolsa de Valores, al descubrir el mismo patrón nilótico; estadístico al que, posteriormente, denominó como coeficiente de Hurst o coeficiente H.

El coeficiente de Hurst, según Mandelbrot (2006), indica la persistencia o antipersistencia en una serie temporal. De encontrarse persistencia en una serie, esto se interpreta como una fuerte señal de que dicha serie no es ruido blanco y, por tanto, existe algún tipo de dependencia entre los datos. En general, lo que se pretende comprobar es si una serie se comporta como un movimiento browniano ordinario, independencia, o, si por el contrario, se comporta como un movimiento browniano fraccionario, serie con memoria.

El coeficiente de Hurst se calcula de la siguiente manera: primero se determina un rango de variación de la serie en un periodo o muestra *n*:

$$R_n = \left[\max_{1 \le k \le n} \left(\sum_{j=1}^{k} (x_j - \bar{x}_n) \right) - \min_{1 \le k \le n} \left(\sum_{j=1}^{k} (x_j - \bar{x}_n) \right) \right]$$

x_j corresponde a los retornos de la variable aleatoria de la muestra y $\bar{x}_n$ es la media de los retornos de dicha muestra.

Posteriormente, a partir de dicho rango se establece la siguiente relación, de la cual se puede obtener el coeficiente de Hurst, así:

$$\left[\frac{R}{S}\right]_n = c * n^H$$

$$\log\left[\frac{R}{S}\right]_n = \log c + H \log n$$

$$\frac{\log\left[\frac{R}{S}\right]_n - \log c}{\log n} = H$$

En esta ecuación, c es una constante, n es el número de observaciones, *H* es el exponente o coeficiente de Hurst, *S* es la desviación típica de la muestra y $\left[\frac{R}{S}\right]$ es el rango de variación de la serie partido por su desviación típica, rango re-escalado.

Por ejemplo, si se toma una serie financiera y se calcula el valor del coeficiente de Hurst, el resultado de éste puede interpretarse de la siguiente manera:

* Si H = 0,5 implica un proceso independiente, es decir, que un nuevo cambio en el comportamiento de esta serie no está afectado por cambios pasados o futuros.
* Si 0,5 < H ≤ 1 implica que dicha serie financera es persistente, es decir, que en su comportamiento se evidencian secuencias de periodos de aumento que persiten, seguidos de caídas que también persisten o viceversa. Éstas son secuencias de memoria de largo plazo, en las que lo que sucede hoy impactará en el futuro por siempre.
* Si 0 ≤ H < 0,5 implica que dicha serie financiera es antipersistente, es decir, que cada nuevo cambio tiende a contrarrestar al anterior.

Herramientas para la estructuración y evaluación de portafolios de inversión y el análisis de mercado

En cuanto a la estructuración y evaluación de portafolios de inversión, es un proceso indispensable que todo gestor de cartera debe realizar para: (1) poder determinar el conjunto de activos en los cuales va a invertir, (2) poder fijar políticas de rebalanceo de los portafolios constituidos; (3) poder sumar y quitar activos en busca de una cartera óptima. Existe, igualmente, la teoría moderna de portafolios propuesta por Harry Markowitz, e indicadores de desempeño, entre otros, como el índice de Sharpe, el de Treynor, el de Jensen,

la medida de Modigliani, el *ratio* de información y el *tracking error.* Todos ellos, en general, incorporan en su cálculo variables de rentabilidad y variables de riesgo relacionadas con el portafolio en sí y con el mercado, para encontrar la mayor rentabilidad posible ante un nivel de riesgo específico.

Además de los anteriores indicadores, se encuentran el análisis técnico y el análisis fundamental. El primero se utiliza principalmente para predecir tendencias de los precios de mercado, a través del análisis de gráficos y el cálculo de indicadores relacionados con el comportamiento de dichos precios; el segundo también es utilizado en la predicción del precio de mercado de un activo, pero, a diferencia del técnico, se hace a partir del análisis de estados financieros, la aplicación de métodos de valoración de empresas, el análisis del entorno económico, la interpretación de noticias y, en general, del análisis de todo tipo de información que pueda llegar a afectar su comportamiento.

Modelo de gestión de carteras de Markowitz

Una de las hipótesis de la teoría moderna de portafolios de Markowitz (1952) radica en generar la mayor rentabilidad posible ante un nivel de riesgo dado o, lo que es igual, el menor nivel de riesgo ante una rentabilidad determinada; esto conduce a desarrollar un modelo de optimización de portafolios de inversión, que tiene en cuenta las características de rentabilidad y riesgo de cada uno de los activos que constituyen el portafolio.

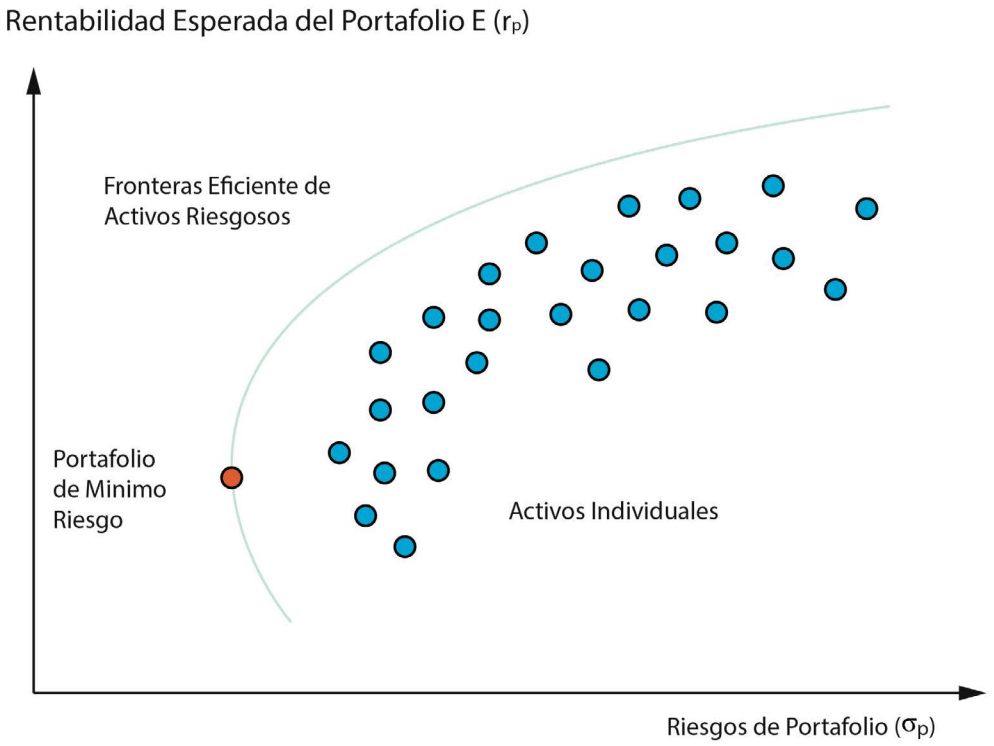
También forman parte de esta teoría las siguientes dos hipótesis: (1) la rentabilidad de cualquier título o cartera es una variable aleatoria cuya distribución de probabilidad para el periodo de referencia es conocida por el inversor; esta rentabilidad de la inversión equivale a la media o esperanza matemática de la misma variable; a su vez, (2) el riesgo implícito es evaluado por medio de la estimación de la varianza de la variable aleatoria que describe la rentabilidad esperada, ya sea de un valor individual o de una cartera.

La teoría de Markowitz basa su metodología, principalmente, en el concepto de diversificación, que consiste en invertir en diversos activos, para reducir el nivel de riesgo asociado con los factores específicos de una única compañía. Siempre existirán factores macroeconómicos que afectan a todas las industrias, riesgo que no es diversificable; es decir, que no se podría eliminar por completo.

Este modelo permite determinar lo que se denomina frontera eficiente: conjunto de portafolios conformado por todas las posibles combinaciones de riesgo y rentabilidad que pueden obtenerse entre los diversos activos de la cartera y que cumplen con la hipótesis de tener el rendimiento esperado más alto, para un nivel de riesgo dado (ver *Figura 2*).

Figura 2.

Frontera eficiente de activos riesgosos



Fuente: Tomado de Betancourt, García, y Lozano (2013).

Al diversificar debe tenerse en cuenta que un número exagerado de activos en una cartera es difícil de gestionar; por consiguiente, se recomienda una cantidad moderada de los mismos; esta cantidad es aquella en que al incluir un activo adicional en el portafolio, la reducción en el nivel de riesgo deja de ser significativa.

Para la construcción de la frontera eficiente, se sugieren los siguientes pasos:

Se comienza con el cálculo de la rentabilidad[11] (R_t) por cada activo k, con base en los precios, a partir de las siguientes fórmulas. En éstas t representa un momento específico de co-

11. Se hace referencia sólo al resultado de la valorización o desvalorización de la acción en el mercado. Matemáticamente, esto es casi igual al logaritmo natural del cociente de precios de la acción.

tización del activo, p_t representa el precio del activo en el momento t y p_{t-1} representa el precio del activo en el periodo inmediatamente anterior al momento t:

$$R_t = \ln\left[\frac{p_t}{p_{t-1}}\right]$$

Posteriormente, se realiza el cálculo de la rentabilidad promedio de cada activo k; n representa la cantidad de datos que conforman cada una de las series de rentabilidad de cada activo, así:

$$\overline{R_k} = \sum_{t=1}^{n} \frac{R_t}{n}$$

De esta manera, se constituye una matriz de información de rendimientos promedio $\overline{R}_{k\ 1xm}$ en la que *m* representa el número de activos riesgosos que se han elegido para hacer parte del conjunto de posibilidades de inversión dentro de la estructuración de los diferentes portafolios:

$$(\bar{R}_{1,1} \quad \bar{R}_{1,2} \quad \dots \quad \bar{R}_{1,m})$$

Una vez realizado el procedimiento anterior,

se construye una matriz de información W_{mxq} de pesos iníciales, donde *m* es el número de activos riesgosos y *q* representa el número de portafolios que se pretenden construir; y dado que los pesos con que se inicializa el modelo influyen en la obtención de un mínimo y en la rapidez con la que se converge hacia éste, entonces se aconseja que la inicialización de pesos se haga con valores positivos cercanos a cero y menores que uno, ya que los pesos que se buscan tienen esta característica (Betancourt, García y Lozano, 2013, p. 8):

$$W = \begin{pmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \dots & w_{1,q} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{m,1} & w_{m,2} & \dots & w_{m,q} \end{pmatrix}$$

Las matrices R_{1xm} y W_{mxq} se multiplican para determinar el vector de elementos de $E(R_p)$ o rendimiento esperado por cada portafolio. En el caso que hayan q portafolios, hay q rendimientos esperados:

$$(E(R_p)_{1,1} \quad E(R_p)_{1,2} \quad \dots \quad E(R_p)_{1,q})$$

Posteriormente, se calcula la matriz de varianzas y covarianzas, $\sigma_{ij_{mxm}}$, denominada VAR-COVAR que, de acuerdo con la teoría de Markowitz, se obtiene a partir de la desviación estándar

y el coeficiente de correlación lineal; no obstante, es importane anotar que existen nuevas sofisticaciones que proponen calcular los elementos de la misma, a partir de la metodología EWMA o a partir de modelos ARCH y GARCH; el objetivo es lograr un mejor ajuste de la volatilidad; por tanto, será responsabilidad del inversor elegir la metodología para la construcción respectiva:

En este caso, cada uno de los elementos son la covarianza (σ_{ij}) entre el retorno de un activo i con otro activo j, en relación al portafolio; esto se denota como:

$$\begin{pmatrix} \boldsymbol{\sigma_1^2} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \boldsymbol{\sigma_2^2} & \dots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \boldsymbol{\sigma_m^2} \end{pmatrix}$$

σ_i y σ_j expresan la desviación de los activos individuales *i,j,* respectivamente y ρ_{ij} denota el coeficiente de correlación lineal entre el retorno del activo i y el activo j.

$$\sigma_{i,j} = \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

Por último, se calcula el riesgo asociado a cada portafolio (σ_p), por separado, con base en la matriz VARCOVAR. Esto equivale a multiplicar las matrices $\omega'_{p_{1xm}}$, $\sigma_{ij_{mxm}}$ y $\omega_{p_{mx1}}$; en las que ω_p es el vector columna conformado por el conjunto de pesos referidos al portafolio *p*, y ω'_p es el vector transpuesto respectivo:

Desarrollado este proceso base, se prosigue a la construcción de diferentes porta-

$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} w_i w_j \sigma_{ij} \right]^{1/2}$$

folios eficientes, a partir de la solución de un problema de optimización, con las siguientes restricciones comunes a todos (los portafolios): (1) No se permiten operaciones apalancadas, por lo tanto, la suma de los pesos debe ser igual a 1; y (2) las ventas en corto no son permitidas, por lo tanto, los pesos deben ser mayores o iguales a cero; así (Betancourt, García y Lozano, 2013, p. 9):

$$\underset{w_i, w_j}{Minimizar} \ \sigma_p = \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} w_i w_j \sigma_{ij} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$sujeto\ a: \quad (1) \sum_{r=1}^{m} w_r = 1$$
$$(2) w_i, w_j \geq 0$$

Posteriormente se construyen portafolios eficientes con expectativas de rendimiento.

Igualmente, se busca minimizar el riesgo de cada uno de los portafolios (σ_p), sujeto a la siguiente restricción adicional, además de las dos restricciones ya expuestas:

$$E(R_p) = K$$

En esta ecuación *K* es la expectativa de rendimiento esperado, asociada con un tipo de inversionista específico. De esta manera, se construyen todos los portafolios que se deseen y se conforma la frontera eficiente.

> Después de la teoría de Markowitz, y basados en ésta, se realizaron diversos estudios, unos con el propósito de extender dicha teoría, y otros, para simplificar el cálculo de los parámetros de la propuesta inicial; dentro de estos estudios, se destacan: (1) el teorema de la separación propuesto por Tobin (1958), que involucra el concepto de activo libre de riesgo, generando con esto, nuevas alternativas de inversión; (2) los modelos de estimación de retornos o valoración de activos "CAPM", utilizado por William Sharpe (1963), para explicar las ventajas de la diversificación, e introducir los conceptos de riesgo sistemático, riesgo no sistemático y prima de riesgo, en la propuesta inicial; y (3) los modelos de arbitraje de tres factores de Fama y French (1992,1993), utilizados para explicar la varianza de los retornos promedio de las diferentes carteras; entre otros estudios. (Betancourt, García y Lozano, 2013, pp 5-6):

Performance de un portafolio

El performance de un portafolio de inversión mide su desempeño de rentabilidad con respecto a una inversión libre de riesgo o con relación a un índice de mercado, ajustado por riesgo. Los índices o ratios más utilizados para medir el performance de un portafolio son: el de Sharpe, el de Jensen y el de Treynor. Generalmente, como rendimiento libre de riesgo se toman los bonos del Tesoro de una determinada nación, como rendimiento del mercado se usa un índice bursátil representativo de la economía y como medida de riesgo se utiliza la desviación estándar de los rendimientos o el beta del portafolio, según el *ratio*.

Índice o ratio de Sharpe

Este *ratio* se creó con el objetivo de valorar fondos mutuos y resulta bastante útil para comparar el desempeño de distintas alternativas de inversión. Dicho *ratio* mide el rendimiento en exceso, o prima de riesgo, por unidad de desviación típica en los activos. Así, el ratio de Sharpe indica la compensación en rentabilidad de un activo, cartera o portafolio respecto al riesgo que se asume al invertir en éste. Al comparar dos activos, a partir de dicho *ratio,* respecto a un punto

de referencia común, un mismo horizonte de tiempo y un nivel de riesgo específico, el resultado indica que el activo que tenga un mayor *ratio* de Sharpe proporciona una mejor rentabilidad.

La formulación matemática del ratio o índice de Sharpe (IS_p) está dada por:

$$IS_P = \frac{E(R_P) - R_f}{\sigma_P}$$

Esta fórmula supone una medida del rendimiento de una inversión, que se calcula al dividir el exceso de rentabilidad, que está por encima del rendimiento de una inversión libre de riesgo: $(E(R_p)-R_f)$, entre la cantidad de riesgo adicional que se asume, medido en términos de la desviación típica de los rendimientos (σ_p).

Entre las ventajas del *ratio* de Sharpe se destaca que: (1) permite determinar hasta qué punto el retorno de una inversión compensa al inversor por asumir un nivel de riesgo específico; (2) permite comparar distintos fondos de inversión dentro de una misma categoría para tomar la decisión sobre en cuál invertir, dado que el fondo con *ratio* de Sharpe más alto es aquel que proporciona un mayor retorno respecto a un mismo nivel de riesgo.

Índice de Jensen

Este índice, también conocido como Alfa de Jensen, se creó con el objetivo de medir la "eficiencia" de una cartera y su relación con determinadas medidas respecto a la capacidad de diversificación y previsión; generalmente, se utiliza para determinar el rendimiento anormal de un portafolio de inversión con relación al rendimiento teórico esperado.

Cuando los valores del Alfa de Jensen son positivos, indican un buen desempeño por parte del gestor del fondo de inversión. Por tanto, a mayor Alfa, mayores rentabilidades y más interesante resulta el producto para el inversor; es decir, mejor gestión del fondo. Por el contrario, cuando los valores del Alfa son negativos, indican un regular desempeño por parte del gestor del fondo de inversión.

La formulación matemática del Alfa de Jensen (α_J) está dada por:

$$\alpha_J = R_p - [R_f + \beta_p * (R_M - R_f)]$$

En la que R_p es el rendimiento del portafolio, R_f es la tasa libre de riesgo, β_p es el coeficiente beta de la cartera y R_M es el rendimiento del mercado.

Entre las ventajas del Alfa de Jensen están: (1) permite evaluar el desempeño de una cartera o fondo de inversión y analizar de este modo la rentabilidad en función de una medida de riesgo; (2) ofrece un criterio de comparación para las carteras que tengan diferentes niveles de exposición al riesgo, lo que determina, así, el grado de éxito de las gestoras de fondos de inversión.

Índice de Treynor

Este indicador fue creado con el objetivo de valorar los distintos títulos o carteras en función del exceso de rendimiento, por unidad de riesgo sistemático, medido a través del coeficiente beta de los activos.

La formulación matemática del índice de Treynor (1965) (IT_p) está dada por:

$$IT_p = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

R_p es el rendimiento medio del portafolio, R_f es el rendimiento de la tasa libre de riesgo y β_p es el coeficiente beta del portafolio respecto al mercado.

Entre las ventajas del índice de Treynor están: (1) permite analizar o cuantificar hasta qué punto la rentabilidad de un fondo compensa al inversor por asumir un nivel de riesgo sistemático específico, lo que es bastante útil cuando se aplica a carteras bien diversificadas; (2) permite comparar distintos fondos dentro de una misma categoría para poder elegir uno de ellos, ya que realiza una comparación de las rentabilidades obtenidas en cada uno con respecto a la rentabilidad del activo libre de riesgo, por unidad de riesgo sistemático o no diversificable; el fondo con un índice de Treynor más alto es aquel que proporciona un mayor retorno respecto a un mismo nivel de riesgo sistemático y, por tanto, será el más conveniente para el inversor.

Reflexiones con respecto a las medidas de desempeño de un portafolio

Como puede observarse, al comparar el índice de Treynor con el de Sharpe, el primero supone que beta es un buen indicador del riesgo de la cartera en reemplazo de la desviación típica del rendimiento. Esto es, el índice de Sharpe tiene en cuenta el riesgo total, mientras que el de Treynor tiene en cuenta sólo el riesgo sistemático; es decir, asume que la cartera está bien diversificada.

El propósito al calcular tanto el *ratio* Sharpe como el de Treynor es obtener la mayor rentabilidad posible por unidad de riesgo.

El *ratio* de Sharpe, el Alfa de Jensen y el *ratio* de Treynor son utilizados con frecuencia para valorar el comportamiento de los activos de un portafolio y para comparar la eficiencia de distintos gestores de fondos de inversión. Estos resultados son utilizados en ocasiones para generar un ranking de desempeño entre los gestores analizados.

Estos índices de performance de un portafolio también se calculan en diversos escenarios de tiempo. Por ejemplo, en momentos previos, durante y después de una crisis, para medir el desempeño de diversos estilos de inversión, como estilos *value*, *growth*, entre otros, frente a un *benchmark* específico. Así, se determina, qué regiones o fondos obtienen mejores mecanismos de cobertura que otros o, por el contrario, cuáles presentan una caída en su valoración.

Análisis técnico

El análisis técnico permite predecir movimientos y tendencias del mercado mediante el estudio del comportamiento histórico de series temporales. Esto se logra a través del cálculo de indicadores y el diseño y análisis de gráficos relacionados principalmente con las cotizaciones del activo y sus volúmenes de transacción.

El pionero en este tipo de análisis fue Charles Henry Dow a finales del siglo XIX. Él plantea los siguientes principios que aún siguen vigentes:

(1) El mercado lo descuenta todo. El precio del activo resume o sintetiza todas y cada una de las razones por las cuales los agentes de mercado toman la decisión de entrar en él en cada momento del tiempo y, por ende, al final determinan la dirección del mercado; por ejemplo, un aumento del precio evidencia que la mayor parte de las operaciones fueron de compra del activo y si la mayoría toma esta posición es posible que los precios sigan en la misma dirección alcista sin importar si sus decisiones son racionales o no. Como se puede observar, bajo este principio, el análisis técnico no se concentra en las razones por las cuales el mercado toma la decisión de adquirir o vender un activo, sino en identificar hacia dónde se dirigen las masas. Por eso el precio y el volumen juegan un papel importante en este tipo de estudio. (2) El mercado se mueve por tendencias. Bajo este concepto Dow identifica, en términos generales, que cualquier activo presenta tendencias de largo plazo o primarias, mediano plazo o secundarias y corto plazo o terciarias. Éstas, a su vez, pueden ser alcistas, bajistas o laterales. (3) La historia se repite. Este principio asume que los patrones existen, es decir, comportamientos del mercado que se han presentado a través del tiempo, pueden surgir en el futuro y, por tanto, su correcta identificación brinda la oportunidad de anticiparse a tendencias futuras (Reuters, 2004).

Si se toman como referencia estos principios, a través de los años, teóricos como Ralph Nelson Elliot, Steve Nison, Greg Morris, Bill Williams, Welles Wilder, Thomas Demark, Gene Quong, Avrum Sounbdack, Joseph Granville, Donald Dorsey, George Lane y John Bollinger, entre muchos otros, han desarrollado diferentes tipos de indicadores que brindan niveles de referencia para la toma de decisiones, Algunos de los patrones e indicadores más comunes se describirán a continuación.

Soportes y resistencias

Un soporte es un nivel de precios en el que históricamente fue evidente que la demanda excedió a la oferta y, a causa de esto, el gráfico presenta un cambio de dirección al alza. La identificación de estos niveles depende de la ubicación del precio actual, ya que cualquiera de ellos que cumplan con las condiciones mencionadas anteriormente y se sitúe por debajo de este precio podrá ser considerado un nivel de soporte como se observa en el *Figura 3*.

En primera instancia el mercado puede interpretar estos precios como posibles referencias para entrar en largo. Sin embargo, también es evidente que si estos niveles son atravesados con un volumen de negociación representativo, es posible que los precios continúen en la misma dirección bajista con *target* en el siguiente nivel de soporte. Bajo este escenario, es importante tener en cuenta que la probabilidad de sobrepasar el nivel de soporte (1) al (2) es mayor que la probabilidad de sobrepasar el nivel de soporte (2) al (3) y mucho menor del (3) al (4).

Figura 3.

Soportes.

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Nótese que los soportes pueden estar representados por un precio o por una zona, tal como se observa en el caso del soporte (3). Allí los niveles se encuentran levemente distanciados y, por tanto, el operador podría esperar que en cualquier nivel entre estos dos precios se presente una reversión al alza.

Una referencia adicional que representa un incremento en la fuerza del precio o zona de soporte es la cantidad de veces que históricamente testea el mismo nivel. Esto es claramente visible en los soportes (4) y (2), en los que el precio refleja la ubicación histórica de órdenes de compra que se espera que puedan repetirse en el futuro; por esta razón se trazan líneas horizontales a través de todo el gráfico.

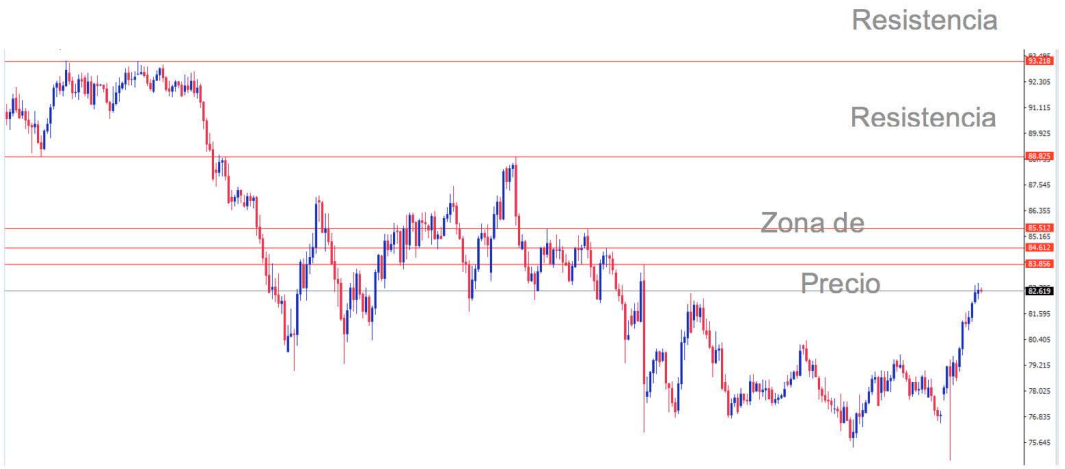
Similar a la interpretación de los soportes se encuentran los niveles de resistencia, los cuales son precios o zonas en los que históricamente fue evidente que la oferta excedió a la demanda. A causa de esto, el gráfico presenta un cambio de dirección a la baja, también de manera muy evidente visualmente.

Los niveles de resistencia se ubican por encima del precio actual y pueden ser interpretados como referencia para entrar en corto si el volumen de negociación no es lo suficientemente fuerte para atravesar el nivel al alza. En caso contrario, un cruce al alza de un nivel de resistencia con un volumen de negociación representativo, abre paso para que los operadores lleven el precio al siguiente

nivel de resistencia. Bajo este escenario la probabilidad de sobrepasar la zona de resistencia (1) al nivel de resistencia (2) es mayor que la probabilidad de sobrepasar el nivel de resistencia (2) al (3).

Figura 4.

Resistencias.



Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Otro de los aspectos conocidos en el uso de soportes y resistencias es el cambio de estado entre los niveles. Es decir, una vez una resistencia sea atravesada al alza, es posible que a futuro este nivel se convierta en un nivel de soporte *(Figura 5).*

Figura 5.

Resistencias convertida en soporte.

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0

En caso contrario, si un nivel de soporte es atravesado a la baja, se espera que este nivel se convierta en un nivel de resistencia en el futuro *(Figura 6).*

Figura 6.

Soporte convertido en resistencia.

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Tendencias

Una tendencia puede ser interpretada como la dirección general que toman, de acuerdo con el análisis gráfico, los picos o resistencias y valles o soportes que se presentan en el comportamiento de la cotización de un activo o índice. Estas tendencias suelen ser graficadas a través de lo que se conoce como líneas de tendencia y deben ser trazadas al unir los niveles de soporte en la parte inferior de los precios, en el caso de la tendencia alcista, o al unir los niveles de resistencia en la parte superior de los precios, en el caso de tendencias bajistas. Por tanto, el establecimiento de líneas de tendencia permitirá a los operadores determinar la dirección actual del mercado, los posibles niveles de entrada y los cambios de tendencia.

Dirección actual: si el precio del activo se encuentra por encima de la línea de tendencia, la dirección del mercado es alcista y favorecerá las operaciones en largo. Por el contrario, el mercado se considera bajista si el precio del activo se encuentra por debajo de la línea de tendencia y, por tanto, se espera que las operaciones en corto se vean beneficiadas.

Posibles niveles de entrada: es usual que los operadores tomen el tercer punto de la línea de tendencia como referencia para tomar posiciones a favor de la dirección del mercado; dicha situación se observa en el punto tres de la *Figura 7*, en la cual los operadores deciden abrir posiciones en largo que claramente se vieron beneficiadas. Los puntos uno y dos son necesarios para identificar el punto tres y, por tanto, no son considerados niveles de entrada, puesto que se requiere que el mercado tome una dirección alcista para confirmar el punto dos.

Si bien en un mercado alcista la probabilidad de éxito para las operaciones en largo es mayor, es conveniente abrir posiciones cuando el precio del activo se encuentre cerca de la línea de tendencia y no muy alejada de ella. Esto se debe a que el precio del activo puede estar alcista, incluso si a corto plazo la tendencia es bajista.

Cambio de tendencia: se considera agotamiento de la tendencia vigente cuando el precio cambia de ubicación, es decir, cuando sobrepasa la línea de tendencia en la dirección opuesta tal y como se observa en el punto cuatro del *Figura 8*. En este nivel, el cruce a la baja del precio sobre la línea de tendencia alcista se interpreta como un cambio de tendencia que puede ser lateral o bajista, pero sería incorrecto asumir que el mercado, automáticamente, cambiará de estado de alcista a bajista.

Figura 7.

Soporte convertido en resistencia.

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Figura 8.

Soporte convertido en resistencia.

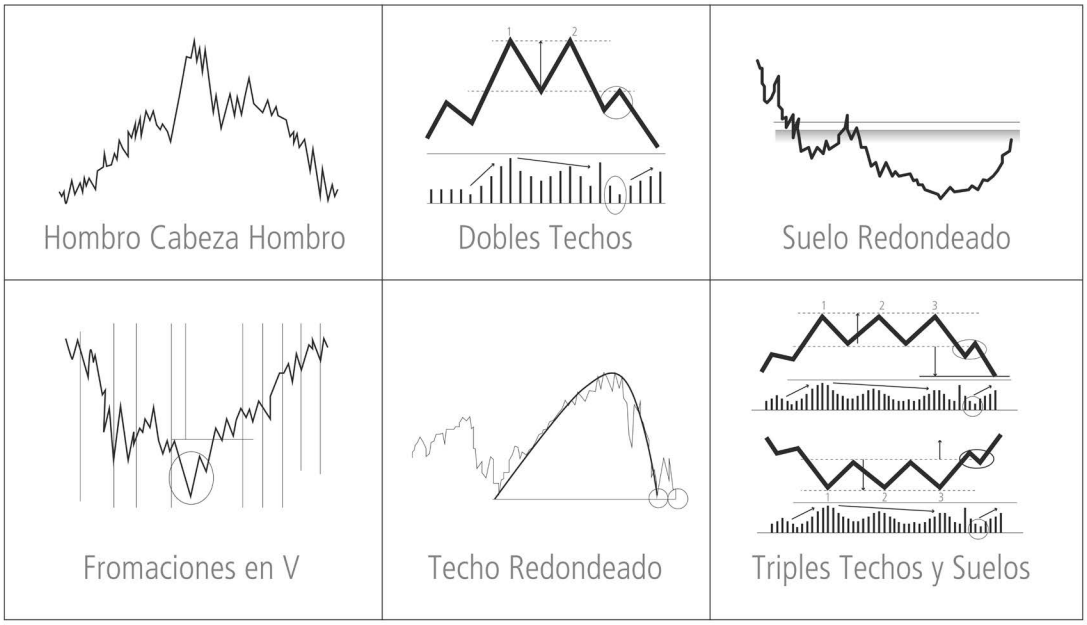
Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Formaciones de tendencias

Hay dos tipos de formaciones: (1) Formaciones de cambio de tendencia dentro de las cuales se destacan: hombro-cabeza-hombro, doble techo, doble suelo, triple suelo, triple techo, techo redondeado, suelo redondeado y formaciones en V; dichas formaciones, individualmente, constituyen señales que apuntan a un cambio de dirección en la tendencia del precio (*ver Figura 9*).

Figura 9.

Cambio de tendencia

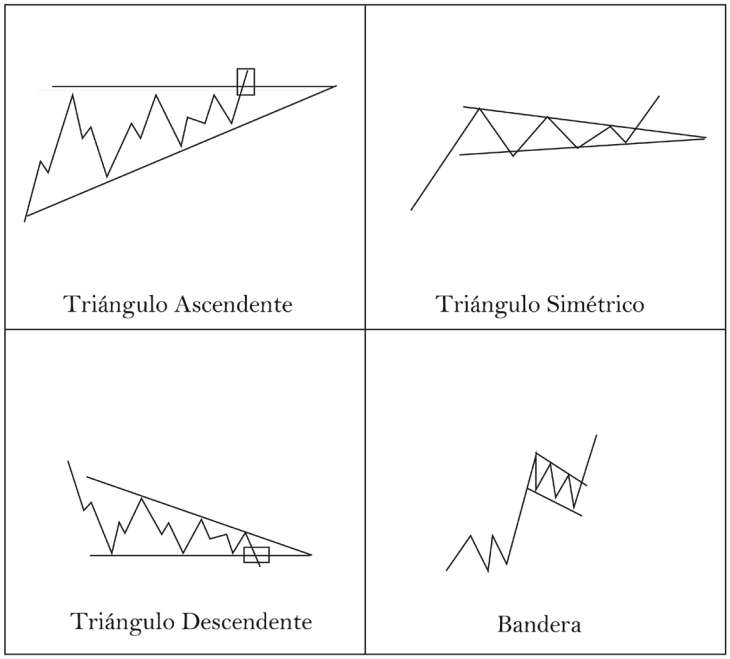


Fuente: elaboración propia

(2) Formaciones de continuidad de tendencia, dentro de las cuales se identifican: triángulos ascendentes, triángulos descendentes, triángulos simétricos, banderas y banderines –cuñas ascendentes, cuñas descendentes–; dichas formaciones también constituyen, de manera individual, señales que sugieren que el mercado se toma un tiempo antes de continuar por el mismo camino *(ver Figura 10).*

Figura 10.

Continuación de tendencia



Fuente: elaboración propia

Promedios móviles

Los promedios móviles son otro tipo de herramientas de análisis técnico que permiten la identificación de tendencias, los niveles de entrada y los cambios en la tendencia del mercado, basados en el precio promedio de *(n)* periodos del activo; el promedio móvil simple y el ponderado son los más utilizados.

Los promedios móviles simples *(PMS_t)* se utilizan cuando se da igual importancia a los datos de un conjunto para obtener la predicción, resultado del cálculo de la media aritmética del conjunto de datos seleccionados. Cada vez que se tiene una nueva observación X_t, ésta se agrega al conjunto de datos y se elimina el más antiguo $(X_{t-(n-1)})$. El *(n)*, a considerar, debe ser exhaustivamente identificado por el analista de acuerdo con el activo y el marco de tiempo, sin

perder de vista que la sensibilidad a los cambios en el comportamiento de la serie se reduce al utilizar un número mayor de observaciones.

$$PMS_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \ldots + X_{t-(n-1)}}{n}$$

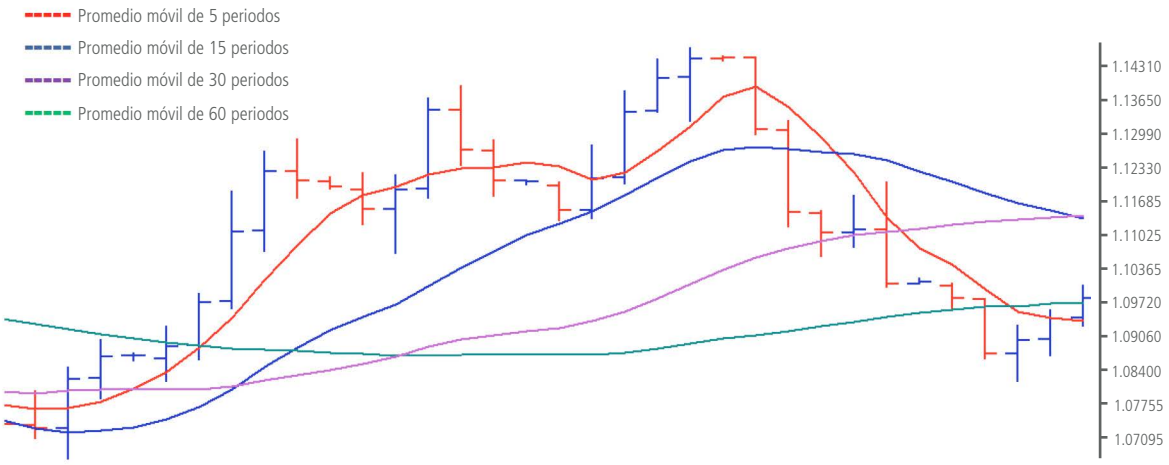
Los promedios móviles ponderados *(PMP_t)*, a diferencia de la técnica de los móviles simples, involucran la selección de pesos *(W_i)*, distintos para cada valor de los datos; generalmente, la observación más reciente es la que recibe mayor ponderación, por tanto, el peso para los datos más antiguos disminuye.

$$PMP_t = W_t X_t + W_{t-1} X_{t-1} + W_{t-2} X_{t-2} + \ldots + W_{t-(n-1)} X_{t-(n-1)}$$

Una forma de interpretar los promedios móviles en el análisis técnico es asumir que, cuando se ubican por debajo del precio, la tendencia de la serie es alcista y, por el contrario, cuando los promedios móviles se ubican por encima del precio, se asume que la tendencia es bajista. También, en caso de que los precios crucen los promedios móviles y se ubiquen, bien sea por encima o por debajo de ella; esto es comúnmente usado como señal de apertura o cierre de una operación, respectivamente *(ver Figura 11).*

Figura 11.

Promedios móviles vs. Activo



Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Derivado de los promedios móviles, se construyen indicadores tales como las bandas de Bollinger y el MACD, bastante utilizados para tomar posición de compra o de venta o para mantener la misma posición, según el caso; también de acuerdo conla *Figura 22*, es importante mencionar que un periodo más amplio en los promedios móviles suavizará la tendencia del mismo y, por ende, se presentarán menos entradas, pero la confiabilidad podrá aumentar.

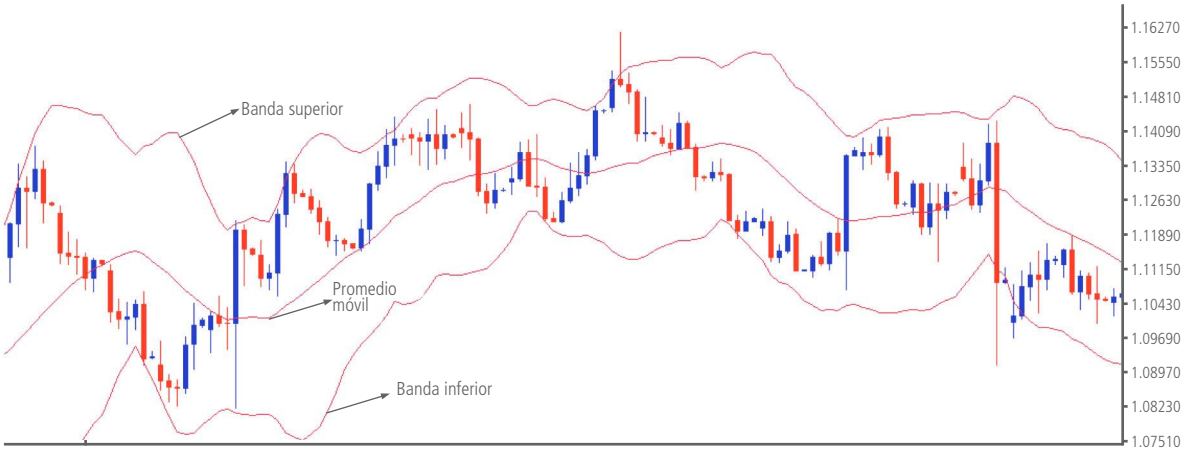
Bandas de Bollinger

Las bandas de Bollinger son una herramienta de análisis técnico desarrollada por John Bollinger en 1980 y consisten en tres curvas trazadas con relación al precio de un activo o valor de un índice: la banda superior, la banda inferior y el promedio móvil simple de veinte periodos habitualmente que provee información sobre la tendencia. A partir de esta banda media, se calculan las bandas superior e inferior, con la adición y sustracción de dos desviaciones estándar, respectivamente, aunque es importante mencionar que el analista puede disminuir o aumentar el número de desviaciones en relación con el activo operado. Este intervalo entre las bandas superior e inferior brinda información sobre la volatilidad o actividad del mercado, es decir, con las bandas de Bollinger se pretende encerrar la cotización del activo o índice con un margen de probabilidad específico (Bollinger Bands, s.f.).

Así, se puede afirmar que las bandas de Bollinger proveen información sobre la tendencia y la volatilidad de un activo; se contraen ante poca volatilidad en el mercado y se expanden en el caso contrario; esto se debe a que las bandas se calculan, como ya se mencionó, con la desviación estándar, la cual se asume como medida de volatilidad *(Figura 12)*.

Figura 12.

Bandas de Bollinger



Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Una forma de interpretar este indicador es asumir que, cuando la variable alcanza una de las bandas, ya sea superior o inferior, se espera un retroceso hacia la banda media. De esta manera se determinan puntos máximos y mínimos, así como niveles de entrada y salida del mercado.

Estrategia básica: largo en banda inferior, corto en banda superior, sin embargo, cuando el mercado toma tendencia es posible que se presenten pérdidas significativas. De aquí, la importancia del promedio móvil para filtrar la entrada, es decir, largo si el precio proviene de la banda inferior y posteriormente sobrepasa el promedio móvil hacia arriba; corto si el precio proviene de la banda superior y posteriormente sobrepasa el promedio móvil hacia abajo.

Índice de fuerza relativa

El RSI, creado por J. Welles Wilder, es un indicador tipo oscilador que varía de cero a cien, bastante útil para determinar momentos de sobrecompra o euforia y momentos de sobreventa o pánico. Este indicador calcula el porcentaje de incremento de un activo durante un periodo de tiempo determinado, para lo cual habitualmente se utiliza un periodo de catorce días, semanas o meses, entre otros.

Para determinar estos momentos de sobrecompra y de sobreventa, el analista puede tomar como referencia dos zonas que bien pueden estar a la altura de 80% y 20% o de 70% y 30%; esta elección depende del activo que se analice. Generalmente, si el RSI cruza a la baja la línea del 30% y, posteriormente, se ubica por encima de ella, se considera que el activo se encuentra al salir de sobreventa y es posible que inicie una fase alcista; por el contrario, si el RSI cruza la línea del 70% al alza y, posteriormente, se ubica por debajo de esta zona, se considera en fase bajista y, por tanto, las operaciones en corto o el cierre de posiciones alcistas es pertinente (ver Figura 13).

Figura 13.

Índice de fuerza relativa (RSI)

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

Un aumento de los niveles de 70-30 a 80-20 permitirá al operador tomar posiciones cuando el mercado entre a las zonas de sobrecompra o sobreventa y no cuando salga de las mismas, como se plantea anteriormente. Esto es conveniente para activos que presentan un nivel alto de volatilidad.

Convergencia/divergencia del promedio móvil (MACD)

El MACD, creado por Gerald Appel, es un indicador tipo oscilador que equivale a la diferencia entre un promedio móvil exponencial rápido, que bien puede ser de doce periodos, y un promedio móvil exponencial lento, que generalmente se toma de 26 periodos, para mostrar la convergencia o divergencia que existe entre estos dos promedios; su finalidad radica en detectar cambios en la fuerza, dirección, impulso y duración de una tendencia en la cotización de un activo o índice. Por consiguiente, si el promedio rápido es menor al promedio lento, entonces, la diferencia entre estos es un MACD negativo y viceversa.

Sobre el MACD, puede calcularse un promedio móvil de nueve días denominado "*signal*" y que puede utilizarse para determinar momentos de entrada y de salida del mercado; así, cuando el MACD cruza el *signal* y se ubica por encima de éste, se asume como una señal de compra. En caso contrario, cuando el MACD cruza el *signal* y se ubica por debajo, se asume como una señal de venta.

El MACD puede representarse en forma de un histograma que se distribuye sobre una línea central en el valor cero, sobre la cual se grafican las diferencias entre el MACD y su *signal*. De esta manera, se tiene que, si el MACD es superior al valor de su *signal*, entonces el valor en el histograma será positivo. Si el valor del MACD es inferior a su *signal,* entonces el valor en el histograma será negativo (*ver Figura 14*).

Figura 14.

Promedio móvil convergencia divergencia (MACD)

Fuente: elaboración propia con base en la plataforma Metatrader 4.0.

El histograma del MACD se puede interpretar de la siguiente manera: el MACD sobre cero, indica tendencia alcista; el MACD bajo cero, indica tendencia bajista.

También si el histograma empieza a caer cuando el precio continúa subiendo, esto es divergencia negativa y, por tanto, genera una señal de venta; al contrario, si el histograma empieza a subir cuando el precio continúa bajando, esto es divergencia positiva, y, por ende, genera una señal de compra.

Análisis fundamental

Este análisis es un método para predecir el valor fundamental de un activo, mediante el estudio de los factores económicos, políticos, sociales y ambientales que pueden afectar a la compañía a la que pertenece o, específicamente, a su oferta y demanda; en el caso de que se trate del valor fundamental de un índice o de una divisa, estos factores se refieren a aquellos que pueden llegar a afectar a la economía del país que representan y, por tanto, a su mercado bursátil o a su tipo de cambio de divisa, respectivamente. Los pioneros en este tipo de análisis fueron Benjamín Graham y David Dood en 1934.

Dentro de estos factores, con relación a un activo, se encuentran las siguientes variables o escenarios o ambas: los resultados financieros actuales e históricos, las perspectivas de los dividendos, los niveles de riesgo operativo y financiero y la calidad de la gestión y direccionamiento de la compañía; también se encuentran las expectativas de tasas de interés y de la tasa de cambio, el desempeño de la competencia y del sector, las estadísticas o estudios de mercado con respecto al activo subyacente y sus principales sustitutos, los programas y los cambios de gobierno, el riesgo país, el clima social, las condiciones climáticas, las políticas y normativas financieras, sociales y ambientales, entre otros; todos ellos son relevantes a la hora de determinar y pronosticar el valor fundamental del activo.

Con relación a una divisa o un índice, las variables o escenarios o ambos relacionados con el análisis del sector económico y la compañía en sí no son relevantes; se presentaría una excepción en el caso en que el sector tenga alta influencia en la economía del país y, por consiguiente, en su divisa o índice representativo de la misma.

Este valor fundamental, posteriormente, se compara con el valor de mercado del activo, de manera que si el primero excede al segundo, el analista recomendará la compra de las acciones asociadas con la compañía del activo, puesto que considera que el valor de la acción está subvalorado; es decir, que espera que el precio de la acción aumente en un futuro, tan próximo como su predicción lo indique; si, por el contrario, el valor de mercado es el que excede al valor fundamental, entonces el análisis será justamente lo inverso a lo ya expuesto.

Entre las herramientas más utilizadas en el análisis fundamental para establecer el estado y la salud financiera de una compañía, así como las ventajas respecto a sus competidores, están:

las razones financieras de endeudamiento, de actividad, de rentabilidad y de liquidez, el RPG, la Q de Tobin, el Yield, el YDT, el EBITDA, el EVA, el valor financiero de la empresa y los análisis de oferta y de demanda, entre otros. A continuación, se describen brevemente dos de estas herramientas.

La Q de Tobin es el cociente entre el precio de mercado de una acción y el valor en libros de la misma o valor patrimonial; este último se calcula al dividir el valor del patrimonio de la empresa entre el número de acciones en circulación. Este indicador fue propuesto por James Tobin y William Brainard en 1968 y es bastante útil para determinar el potencial de crecimiento del precio de una acción.

$$Q\ de\ Tobin = \frac{Valor\ de\ Mercado}{Valor\ en\ Libros}$$

Como una forma de interpretar el resultado de este indicador se sugiere, como metodología de análisis, comparar la Q de Tobin de una empresa con la Q de Tobin de sus competidores afines. Si la Q de Tobin de la empresa objeto de análisis resulta ser menor que la de sus competidores, bajo niveles de patrimonio y utilidad proporcionales, puede inferirse entonces, que existe cierto margen de crecimiento que, como mínimo, equivale a la diferencia entre la Q de Tobin de la empresa en cuestión y el valor más alto de la Q de Tobin de la competencia; es importante aclarar que las expectativas de dicho crecimiento pueden aumentar si la empresa está subvalorada.

En el caso del análisis de la demanda y de la oferta del activo, ésta puede interpretarse de la siguiente manera: si aumenta la demanda del activo, pero el nivel de oferta se mantiene invariante, entonces se proyecta un aumento de los precios de mercado, lo que se asumiría como una oportunidad de inversión; por el contrario, si disminuye la oferta, pero el nivel de demanda se mantiene constante, entonces se esperaría un descenso de los precios de mercado y, con ello, una oportunidad para tomar beneficios, bien sea, al vender las acciones que se tengan o al realizar ventas en corto del activo. En la realidad, muchos de los inversores combinan el análisis técnico con el análisis fundamental para diseñar sus estrategias de inversión.

A manera de conclusión

Los modelos, las metodologías y las técnicas son herramientas bastante útiles que han sido creadas por el ser humano para entender y pronosticar diferentes problemáticas, con la finalidad de poder tener una aproximación mucho más amplia a un sinnúmero de fenómenos que ocurren en el mundo; esto a partir de la simplificación de su realidad, una realidad caracterizada por lo determinístico, lo aleatorio y lo incierto, cualidades que se deben tener en cuenta a la hora de interpretarla.

Los mercados financieros son un sistema complejo, dinámico, no lineal, presentes en la realidad de todo ser humano y de todo tipo de entidad; por ello, es importante aproximarse a

las múltiples formas de interacción que pueden existir entre aquellos y los agentes económicos: las empresas, las familias y el Estado, en aras de aprovechar las oportunidades de inversión que ofrecen y con el firme propósito de generar un mayor valor económico en beneficio de la sociedad, claro está, bajo condiciones de equidad.

Entre las herramientas para el análisis de los mercados financieros se encuentran modelos lineales y no lineales, metodologías cuantitativas, cualitativas y mixtas y, en general, diversas técnicas de medición; todas ellas han sido creadas para entender y pronosticar la dinámica de los mismos, las cuales utilizan los analistas de acuerdo con sus intereses de investigación, para la toma de decisiones en cuanto a inversión, financiación y cobertura se refiere.

Es importante aclarar que un analista, generalmente, no toma una decisión de inversión con base en un único indicador, sino que, por el contrario, ésta es producto de la combinación de diversos indicadores. En muchas ocasiones dicha decisión también depende de la conjugación de los modelos, metodologías y técnicas de análisis que tiene a su alcance.

La articulación entre la necesidad del ser humano por querer entender su realidad; la existencia de los mercados financieros como un sistema que hace parte de dicha realidad; la aleatoriedad e incertidumbre que caracteriza los fenómenos que ocurren en estos mercados; y las múltiples interacciones que se pueden dar entre empresas, familias y Estado, a través de los mercados financieros; constituyen la dinámica de los procesos de inversión.

Referencias

Bands, B. (2014). Bollinger Bands Introduction. Recuperado de: *http://www.bollingerbands.com*.

Betancourt, K. García, C. y Lozano, V. (2013). Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero. Atlantic Review Of Economics, (1), 1 - 21.

Box, G y Jenkins, G (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco, Estados Unidos: Holden Day.

De Arce, R. (2004). Años de Modelos ARCH: Una Visión en Conjunto de las Distintas Variantes de la Familia. En E. d. Aplicada.

De Gooijer, J. G., y Hyndman, R. B. (2006). 25 years of time series forecasting. *International Journal Of Forecasting*, 22(3), 443-473.

Engle, R. (1982a). Autorregresive Conditional Heterocedasticity with Estimates of the Variance of the U.K. Inflation. *Econométrica* 50, 987-1008.

Facultad de Ingeniería UPC. (2011). *Proyecto Educativo del Programa de Ingeniería Financiera.* Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

García, C (2104). Predicción del Comportamiento de la Rentabilidad de la Acción de Isagen, a partir de la Técnica de Redes Neuronales Artificiales. Tesis Maestría) en Econonomía de la Pontificia Universidad Javeriana. p. 18.

Gardner, E. S. (1985). Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of Forecasting*, 4(1), 1-28.

Gordienko, E. (2011). Andrey Kolmogorov: El Último Gran Matemático Universal. Miscelánea Matemática, 52, 1-29

Granger, C. y Teräsvirta, T. (1993). Modelling Nonlinear Economic Relationships. Oxford: Oxford University Press.

Gujarati, D. (2004). *Econometría*. México: Mc Graw Hill.

Hannan, E. y Rissanen (1982). Recursive Estimation of Mixed Autoregressive-Moving Average Order. Biometrika,69(1), 81-94. doi:10.2307/2335856.

Haykin, S. (1999). *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*. Nueva Jersey: Prentice Hall.

Howe, W. (1974). A New Look at Brown's Dynamic Inventory System. *Operations Research,* 22(4), 848-857. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/169961

Izaurieta, F. y Saavedra, O. (2000). *Redes Neuronales Artificiales.* Universidad de Concepción, Departamento de Física, Chile.

Jensen, M. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389-416. doi:10.2307/2325404

Kahn, K. (2002). An exploratory Investigation of new product forecasting practices. *The Journal of Product Innovation Management*, 19, 133-143.

Mandelbrot, B. (2006). Fractales y Finanzas. Una aproximación matemática a los mercados: arriesgar, perder y ganar. París: TusQuets Editores.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal Finance,* 7(1), 77-91.

Montenegro, A. (2005). *Series de Tiempo* (4 ed.) Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Reuters. (2004). Curso de Análisis Técnico. *The Reuters Financial Training Series.*

Rich, R. W., Raymond, J., & Butler, J. S. (1991). Generalized instrumental variables estimation of autoregressive conditional heteroskedastic models. *Economics Letters*, 35(2), 179-185.

Sánchez Camperos, E. N., & Alanis García, A. Y (2006). Redes Neuronales. Conceptos Fundamentales y Aplicaciones a Control Automático.Madrid: Pearson Prentice Hall.

Sharpe, W. (1966). Mutual Fund Performance. *Journal of Business*, (39), 119-138.

Treynor, J. (1965). How to Rate Management of Investment Funds. Harvard Business Review, 41, 63-75.

Tsay Ruey, S. (2002). *Analysis of Financial Time Series. Wiley Series in probability and statistics*

Winters, P. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. Management Science, 6(3), 324-342. Retrieved from http://www.jstor.org/stable/2627346

Bibliografía

Bodie, Z., Kane, A. y Marcus. (2004). *Principios de Inversiones.* (5 ed.). Mc Graw Hill.

García, P. (2002). *Aplicaciones de las Redes Neuronales en las Finanzas.* Madrid:Universidad Complutense de Madrid.

Las situaciones que llevaron a la Banca británica a crear los cimientos de la Ingeniería Financiera en la década de 1980

03

Ing. Diana Carolina Ferreira Herrera[1] «
Ing. Sergio Andrés Parra Hormiga[2] «

Introducción

En este capítulo se presenta el panorama económico de la década de los ochenta, con el fin de analizar las situaciones que llevaron a la banca británica a crear los cimientos de la Ingeniería Financiera. Para ello, se desarrollarán los siguientes apartados: en el primero se presenta una breve reseña de la evolución económica y financiera en Japón, Estados Unidos y Gran Bretaña, así como los cambios que se generaron en los sectores industrial, agrícola, social y financiero. En el segundo, se analizarán las características y estrategias que adoptó la banca británica en las décadas de 1980 y 1990 para enfrentar la crisis y sentar las bases para el desarrollo de la Ingeniería Financiera.

1. Máster en Dirección Financiera del Instituto Europeo de Postgrados. Docente de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: diana-ferreira@unipiloto.edu.co.
2. Especialista en Gestión de Portafolios de Inversión y Valoración de Empresas de la EAN. Docente de la Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL. Correo electrónico: sparra@unisangil.edu.co.

Breve reseña de la evolución de la situación económica y financiera en Estados Unidos, Gran Bretaña y Japón en los años ochenta

En la década de los ochenta ocurrieron grandes hechos económicos, políticos, sociales y tecnológicos que cambiaron la historia de la humanidad. En esa época, Estados Unidos protagonizó junto a Japón y Europa —conjunto de naciones que se conoció como "La Triada"— los movimientos y cambios en la economía del mundo.

Estados Unidos impulsó un proceso de globalización que promovía la libre circulación de las mercancías y de los capitales, apoyado teóricamente en el neoliberalismo y, posteriormente, perfeccionado en lo que se ha conocido como el Consenso de Washington. Asimismo, a la vez que impulsaba la liberalización en el exterior, a nivel interno fortalecía un proteccionismo que se hizo evidente con la creación de subsidios para estimular la producción y el comercio.

La combinación del libre comercio en el exterior, del proteccionismo interior y del control del dólar como dinero mundial significó para Estados Unidos el mejor de los mundos posibles, situación similar a la de Inglaterra a comienzos del siglo XIX (Caputo Leiva, 2005).

Tras dos décadas de trastorno social, político y de género, surgió una tendencia conservadora en todo el mundo occidental. La contrarrevolución se inició en 1971, cuando Margaret Thatcher se convirtió en la Primera Ministra de Gran Bretaña y se consolidó en noviembre de 1980, cuando Ronald Reagan, antiguo actor de cine y gobernador de California, derrotó al demócrata Jimmy Carter para convertirse en el 40° Presidente de Estados Unidos. También se evidenció la crisis de la deuda del Tercer Mundo que afectó la solvencia y rentabilidad de la gran banca americana.

Hacia el año 1972, el economista estadounidense Robert Lucas planteó el modelo de equilibrio general dinámico en el mercado financiero (Velosa, 2010), basado en la teoría de las expectativas racionales; ésta establece que las predicciones sobre el valor futuro de variables económicamente fundamentales, hechas por los agentes, no son sistemáticamente erróneas y que los errores son aleatorios. La hipótesis de las expectativas racionales se usa en muchos modelos macroeconómicos contemporáneos.

En Europa, a la crisis de la banca escandinava que costó entre 2,8% y 4% del PIB (López y González, 2007), hay que sumarle la crisis del Banco Barings en el Reino Unido, del Credit Lyonnais en Francia, del banco de Napoli en Italia y del Banesto y Credipas en España. Independientemente de la diversidad de las razones que pueden llevar a una institución financiera a la quiebra, es necesario, por su importancia, revisar las causas que suelen acompañar una crisis bancaria. Éstas son: el entorno económico, la mala gestión y el fraude de algunos banqueros y la ausencia de una adecuada política preventiva.

Tabla 1.

Crecimiento anual del PIB en Reino Unido (RU), Francia (FR), Alemania (AL) y Estados Unidos (EUA) 1970-1990.

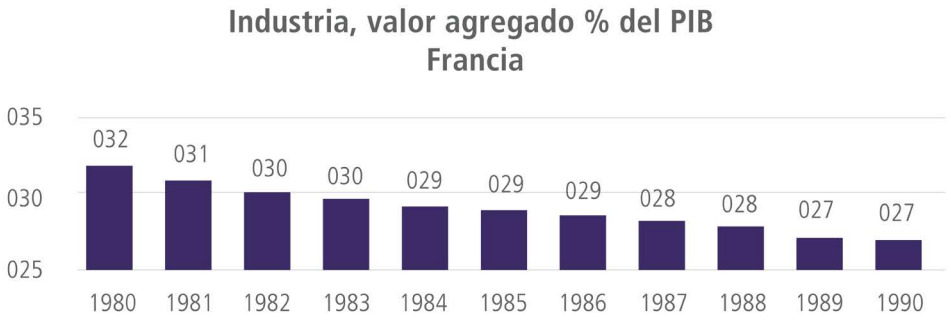
CRECIMIENTO PIB % ANUAL									
AÑO	**RU**	**FR**	**AL**	**EUA**	**AÑO**	**RU**	**FR**	**AL**	**EU**
1970	2,67	5,73	3,03	3,21	**1981**	-1,32	0,98	0,53	2,59
1971	2,00	5,33	3,13	3,29	**1982**	2,09	2,42	-0,39	-1,91
1972	3,63	4,54	4,30	5,25	**1983**	3,62	1,23	1,57	4,63
1973	7,31	6,61	4,78	5,64	**1984**	2,67	1,49	2,82	7,26
1974	-1,68	4,69	0,89	-0,52	**1985**	3,60	1,61	2,33	4,24
1975	-0,68	**-1,12**	**-0,87**	**-0,20**	**1986**	4,01	2,26	2,29	3,51
1976	2,80	4,39	4,95	5,39	**1987**	4,56	2,39	1,40	3,46
1977	2,36	3,57	3,35	4,61	**1988**	5,03	4,67	3,71	4,20
1978	3,40	3,89	3,01	5,56	**1989**	2,28	4,19	3,90	3,68
1979	2,75	3,45	4,15	3,18	**1990**	0,78	2,62	5,26	1,92
1980	**-2,18**	1,64	1,41	-0,24					

Fuente: Banco mundial. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org

La década de los ochenta se caracterizó por ser un periodo afectado por fuertes fluctuaciones de los mercados que comenzaron con una recesión abierta que se prolongó hasta 1982. La *Tabla 1* muestra cómo las principales economías europeas y la de Estados Unidos llegaron a tasas negativas de crecimiento de su PIB. Hay un estancamiento de la industria (ver *Figura 1*) y la producción industrial cae en Gran Bretaña (López y González, 2007).

Figura 1.

Industria en los años ochenta en Reino Unido, Francia, Alemania y Estados Unidos

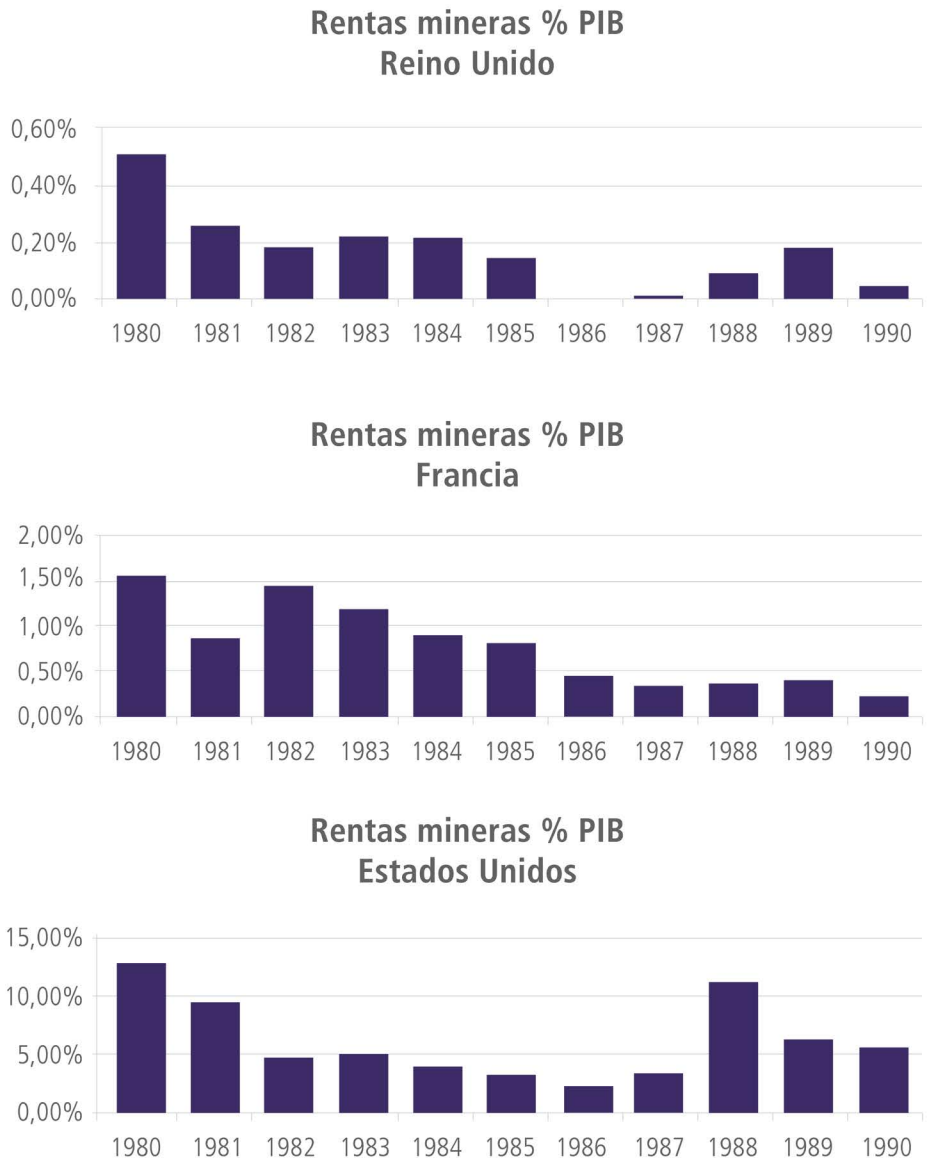


Fuente: Datos del Banco mundial. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org
Elaboración propia.

Entonces, comenzó una tendencia que continúa creciendo desde entonces, conocida como la desertificación industrial y agrícola. Regiones enteras de rancia tradición industrial ven el cierre sistemático de fábricas y pozos mineros. Ocurre así en zonas como Manchester, Liverpool o Newcastle en Gran Bretaña, Lorena en Francia y Detroit en Estados Unidos, donde las rentas mineras sufren un descenso en la década de los ochenta, como se evidencia en la *Figura 2*.

Figura 2.

Rentas mineras en el Reino Unido, Francia y Estados Unidos 1980-1990



Fuente: Banco mundial. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org
Elaboración propia.

Además de lo anterior, la sobreproducción agrícola fue tal que, en numerosos países, los gobiernos subvencionaron el abandono de vastas extensiones o recortaron bruscamente

las ayudas a explotaciones agropecuarias; esto lanzó a la ruina a campesinos pequeños y medianos y al desempleo a los trabajadores del campo (Revista internacional) (Ver *Tabla 2*).

Tabla 2.

Empleo agrícola en Reino Unido, Francia y Estados Unidos en los años 80

	Empleos en agricultura (porcentaje del total de empleos)		
	REINO UNIDO	FRANCIA	ESTADOS UNIDOS
1980	2,60	8,40	3,60
1981	2,60	8,10	3,50
1982	2,60	7,80	3,60
1983	2,60	7,60	3,50
1984	2,50	7,40	3,30
1985	2,50	7,10	3,10
1986	2,50	6,90	3,10
1987	2,40	6,60	3,00
1988	2,30	6,30	2,90
1989	2,20	5,90	2,90
1990	2,10	5,60	2,90

Fuente: Banco mundial. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org

Tras una evidente crisis del capitalismo aparece la "Reaganomics" que hace alusión a Reagan, que se manifestaba como una posible "solución" a esta situación y que se ofrecía como un regreso a las "esencias del capitalismo".

A mediados de la década de los ochenta, el sector industrial europeo pasaba por dificultades que se transmitieron a diversas entidades financieras, que se habían especializado en respaldar al sector agrícola (ver *Figura 1*).

En los años setenta, el Franklin National Bank, uno de los mayores bancos estadounidenses, fue víctima de la mala gestión de sus directivos. Por su parte, el Continental Illinois necesitó una inyección de fondos para hacerle frente a una situación de iliquidez debida al crecimiento de una cartera crediticia concentrada sólo en algunos sectores.

Son muchas las voces que señalan a la "burbuja especulativa"[3] en Japón, durante los años 80, como el principio de todos los males. Por un lado, la concesión de préstamos

3. Una burbuja especulativa es un proceso económico por el cual un activo se revaloriza continuamente fuera de cualquier lógica económica durante un tiempo prolongado y a tal nivel, que es de esperar que se produzca una fuerte corrección a la baja de su valor.

con más riesgo y mayores márgenes pretendía compensar el aumento del costo de pasivo. Por el otro, la inversión en bolsa prometía la posible realización de utilidades para ayudar a los resultados de las entidades.

Se produjo, entonces, una disminución importante en los sectores industrial y agrícola, como se muestra en la *Tabla 1* y las *Figuras 1* y *2*, un fenómeno conocido desde los años cuarenta por afectar claramente a los grandes países industrializados. Francia, Gran Bretaña y Estados Unidos evidenciaron una caída muy fuerte en la industria y la minería y un desplazamiento del crecimiento hacia sectores no productivos y de carácter especulativo.

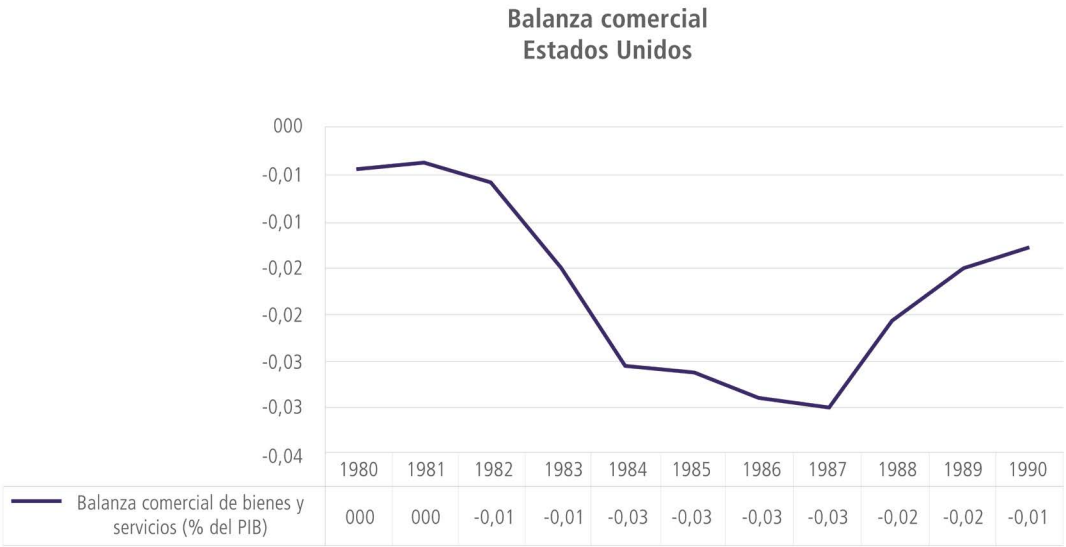
La mayor parte de los sectores productivos sufrieron un descenso en sus cifras, tanto en los "tradicionales" —astilleros, aceros, textil y minería— como en los sectores "punta" —autopartes, electrónica y electrodomésticos—. Así, por ejemplo, en el de automóviles, el índice de producción de 1987 fue el mismo que se registró en 1978.

A su vez, la agricultura sufrió una situación desastrosa: por primera vez, desde 1945, países del Este y del Tercer Mundo se vieron obligados a importar alimentos de primera necesidad y en la Unión Europea se decidió dejar sin sembrar durante uno o varios ciclos vegetativos, veinte millones de hectáreas.

La producción de armamento tuvo el mayor incremento de la historia entre 1980 y 1987 en Estados Unidos. Este aumento supone un debilitamiento en la economía, pues a la vez que crecía el porcentaje de la producción de armas, descendían sus exportaciones en el comercio mundial de sectores clave, lo cual se reflejó en su balanza comercial.

Figura 3.

Balanza comercial Estados Unidos 1980-1990



Fuente: Banco Mundial. Recuperado de: http://datos.bancomundial.org

Se desencadenó un endeudamiento descontrolado en algunos "países tercermundistas" que se disparó en forma agresiva en Estados Unidos; sin embargo, dicho endeudamiento fue moderado en Japón y Alemania. Estados Unidos se convirtió en un país deudor, tras haber sido durante 71 años un país acreedor.

El sector financiero, hasta entonces relativamente estable y saneado, empieza a sufrir desde 1987 trastornos cada vez más serios, como las quiebras bancarias significativas de las cajas de ahorro norteamericanas. A partir de ese año, se inicia una sucesión de grietas bursátiles periódicas; en Japón, por ejemplo, la desmesurada especulación inmobiliaria provoca una grieta en 1989, cuyas consecuencias se sienten desde entonces.

Estancamiento de la producción: recesión en la década de los años 80 en Europa, Japón y Estados Unidos

Fueron varios los fenómenos que actuaron como detonantes de esta crisis. En un ambiente recesivo surge un estancamiento de la producción, un aumento del desempleo, se producen cierres de empresas y despidos masivos. Ésta se da en un ámbito de recesión mundial: Estados Unidos tuvo una disminución real de su PNB de 0,2%, mientras que Italia, Francia y Gran Bretaña tuvieron una caída de 0,5%, 1,0% y 1,8% respectivamente (Valdés y Salazar, 1987) y Gran Bretaña fue el país con el peor balance. Cabe mencionar, también, un aumento en la inflación generada por los aumentos en los precios del petróleo entre 1979 y 1980 que elevó las tasas de interés.

Antecedentes de la recesión

La crisis en la década de los ochenta se produjo como consecuencia de varios flagelos que, desde décadas anteriores, se había anticipado. Por una parte, el cierre sistemático de fábricas y pozos mineros y, por otra, la sobreproducción agrícola.

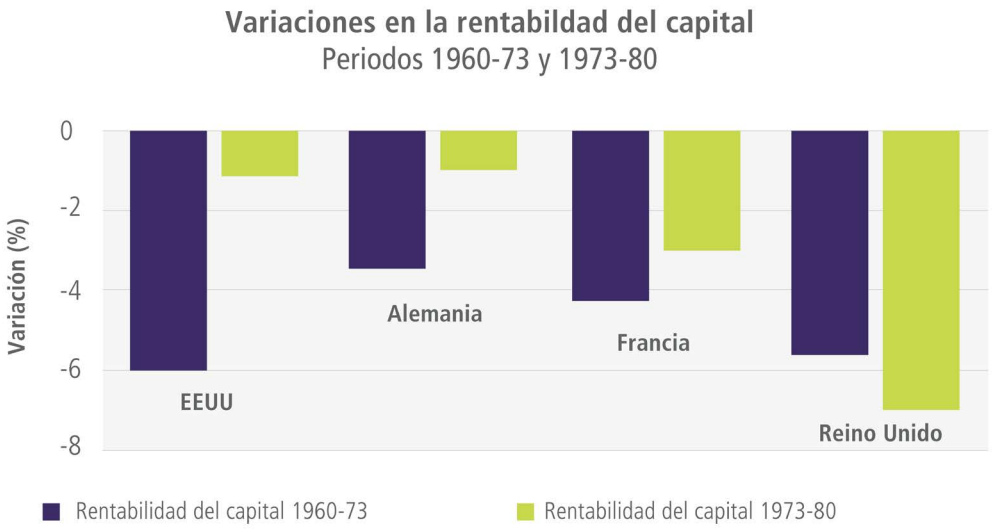
Desde el punto de vista monetario, la pérdida de vigencia del sistema de Bretton-Woods que, entre otras cosas, establecía tipos de cambio fijos respecto al dinero y éste mantenía un precio respecto del oro de US$0,35 la onza, el dólar era la principal moneda de reserva; los gobiernos de los países miembros se comprometieron a mantener fijas sus tasas de cambio frente al dólar y Estados Unidos era responsable de mantener fijo el valor del dólar frente al oro. El Tratado BW se cayó con el precio del dólar en los setenta.

En cuanto a la crisis del petróleo, no sólo hay que tener en cuenta los efectos negativos del embargo y alza de precios a partir de 1973, sino también los explosivos aumentos del crudo en 1979 (33%) y en 1980 (69%). Éstos representaron serios perjuicios para todas las economías importadoras netas del mismo, debido al mayor gasto fiscal resultante.

Los países desarrollados enfrentaron situaciones críticas, como se muestra en la *Figura 4*. La rentabilidad del capital[4] disminuyó en todos los países desarrollados, particularmente, 6,4% entre 1966 y 1974 en Estados Unidos; 6,8% entre 1968 y 1973 en Alemania y 8,8% entre 1970 y 1975 en Gran Bretaña y Francia.

Figura 4.

variaciones en la rentabilidad del capital, países desarrollados



Fuente: C.E.P.I.I., Économie mondiale, la montée des tensions, Economica, París, 1983.

Esa caída de las tasas de ganancia respondió a varios factores: la creciente competencia en el terreno económico y monetario entre Estados Unidos, Europa Occidental y Japón; los enormes costos y el desgaste político y militar por la intervención del gobierno de Washington en Vietnam, y la carrera armamentista y espacial; el auge del poder sindical y de los movimientos sociales en el primer y tercer mundo, criticando las sociedades de consumo o procurando mayores márgenes de autonomía en lo externo y de equidad en la distribución de los ingresos; y la desaceleración del ritmo de crecimiento de la productividad en las economías más avanzadas (Rapport y Brenta, 2010, p.13).

4. La rentabilidad del capital es la relación entre el beneficio económico con los recursos necesarios para obtenerlo.

Efecto de la crisis en la actividad económica

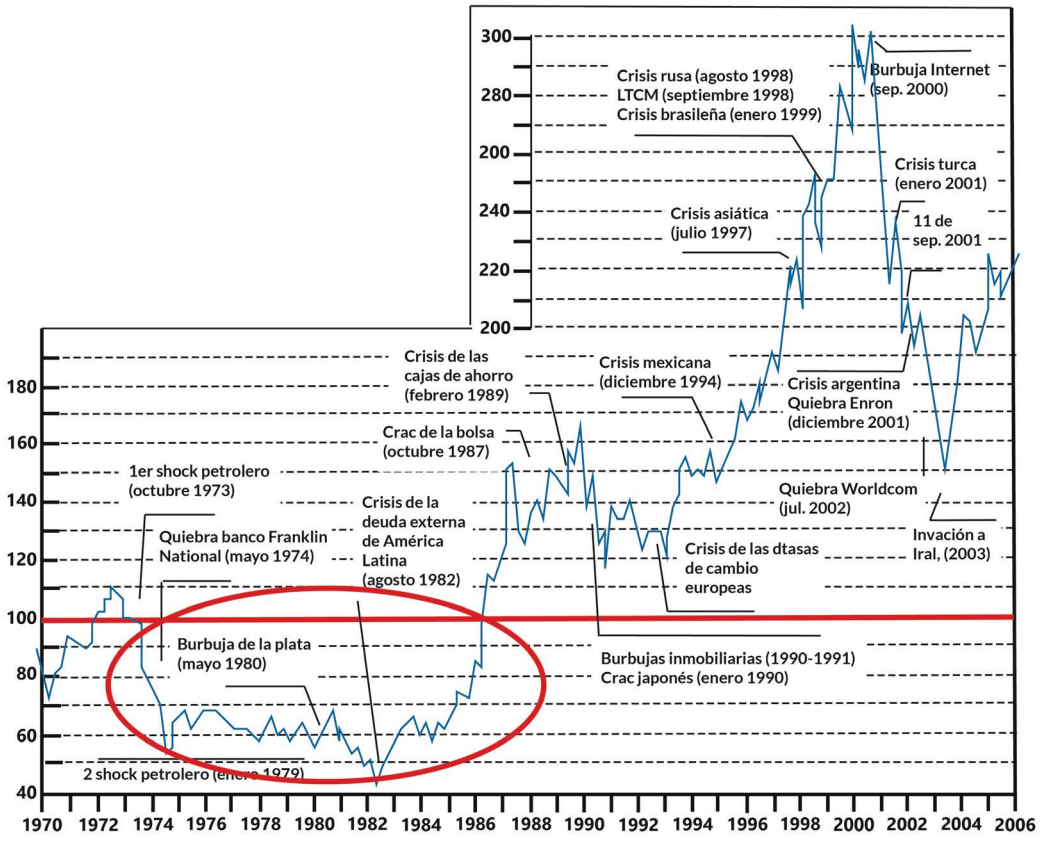
El primer efecto recae sobre el agro y la producción, que se refleja en un estancamiento histórico para Gran Bretaña. Se observa un gasto público elevado amparado en políticas monetarias y de crédito vulnerables al déficit, lo que motiva la compra de bienes de consumo por encima del ahorro y la inversión.

Como consecuencia de la crisis económica en Europa durante la década de los ochenta, a nivel financiero surgen tres efectos principales: expansión excesiva del crédito, desequilibrio fiscal y acumulación de deuda externa. Al mismo tiempo, se presenta un cambio en el pensamiento económico conocido como neoliberalismo.

A continuación, en la Figura 5 se muestran algunos hechos que, tanto para la economía norteamericana, como para la europea, fueron cruciales desde la época de los ochenta. La gráfica señala los años setenta y ochenta como épocas en recesión y crisis.

Figura 5.

Burbujas especulativas y crisis en el mundo 1970-2006



Fuente: Índice bursátil: MSCI The World Index.

La crisis de la libra esterlina en los ochenta

La acumulación de acontecimientos que tuvieron lugar en el Reino Unido a principios de los años setenta, y que culminaron en el "miércoles negro", fue la causa para que el gobierno se viera obligado a devaluar la libra esterlina; además, el gasto público descontrolado dio lugar a un impacto negativo en la moneda local de Gran Bretaña.

Antecedentes

Una vez establecido el Acuerdo de Bretton-Woods, que introdujo como estándar y base para otras divisas el dólar de Estados Unidos, la libra esterlina en 1949 se devaluó hasta $2,80. Con la caída del mencionado acuerdo, en 1971, la libra esterlina sufrió cierta presión de las colonias británicas, que habían utilizado esa moneda o tenían sus monedas atadas a ella y abandonaron el patrón de ley, como un modo de romper el control sobre la tasa de cambio que el gobierno aplicaba para reforzar el valor de su divisa.

Los efectos del crecimiento en el precio de la energía en los años setenta, el aumento de la inflación y el elevado gasto público del gobierno —que aumentó el déficit presupuestario de Gran Bretaña— crearon una situación en la que la divisa continuamente causaba una percepción negativa en el mercado. Cuando el Partido Conservador subió al poder, en 1979 con Margaret Thatcher como su líder, puso en práctica medidas radicales de austeridad que aumentaron las tasas de interés como una forma de reducir la oferta monetaria. La libra esterlina cayó fuertemente a comienzos de la década de los años ochenta y perdió progresivamente la mitad de su valor anterior frente al dólar de Estados Unidos, hasta llegar a $1,09 en 1985.

Tabla 3.

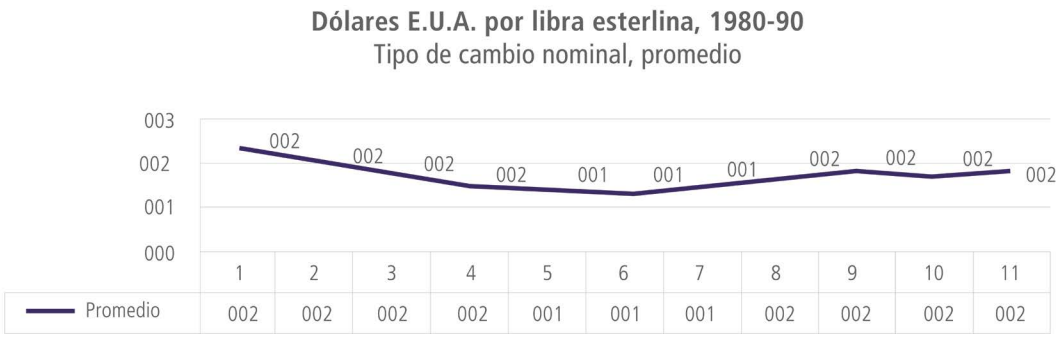
Dólares EE.UU. por libra esterlina, 1980-1990

Tipo de cambio nominal, promedio mensual y anual													
AÑO	enero	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sept	oct	nov	dic	PROM
1980	2,26	2,29	2,20	2,21	2,30	2,34	2,37	2,37	2,40	2,42	2,39	2,35	**2,33**
1981	2,40	2,29	2,23	2,18	2,09	1,97	1,87	1,82	1,81	1,84	1,90	1,90	**2,03**
1982	1,89	1,85	1,81	1,77	1,81	1,76	1,74	1,73	1,71	1,70	1,63	1,62	**1,75**
1983	1,58	1,53	1,49	1,54	1,57	1,55	1,53	1,50	1,50	1,50	1,48	1,43	**1,52**
1984	1,41	1,44	1,46	1,42	1,39	1,38	1,32	1,31	1,26	1,22	1,24	1,19	**1,34**
1985	1,13	1,09	1,13	1,24	1,25	1,28	1,38	1,38	1,36	1,42	1,44	1,44	**1,30**
1986	1,42	1,43	1,47	1,50	1,52	1,51	1,51	1,49	1,47	1,43	1,42	1,44	**1,47**
1987	1,51	1,53	1,59	1,63	1,67	1,63	1,61	1,60	1,64	1,66	1,78	1,83	**1,64**
1988	1,80	1,76	1,83	1,88	1,87	1,78	1,71	1,70	1,68	1,74	1,81	1,83	**1,78**
1989	1,77	1,75	1,71	1,70	1,63	1,55	1,63	1,59	1,57	1,59	1,57	1,60	**1,64**
1990	1,65	1,70	1,62	1,64	1,68	1,71	1,81	1,90	1,88	1,95	1,96	1,92	**1,78**

Fuente: Elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, con datos del Federal Reserve Bank of St. Louis. EE.UU. y Free Lunch.com

Figura 6.

Dólares USA por libra esterlina, 1980-90



Fuente: Datos de la Federal Reserve Bank of St. Louis, EE.UU. y Free Lunch.com
Elaboración propia.

En 1990, el Reino Unido se unió al Mecanismo Europeo de Cambio (ERM), que había sido creado en 1979, para lograr la estabilidad monetaria en la Unión Europea, con el ánimo de introducir una moneda única. Sin embargo, en 1992 acontecimientos como la unificación alemana y la inestabilidad económica en Gran Bretaña, obligaron al abandono de la paridad con el marco alemán. La razón fue la fuerte venta en corto por el especulador George Soros, a quien se conoce como "el hombre que quebró el Banco de Inglaterra". Su maniobra disminuyó la capacidad del Reino para defender su moneda y produjo una fuerte caída en el valor de la libra esterlina, así como en el resto de las monedas de la entonces Comunidad Económica Europea que estaban atadas por un tipo de cambio semifijo. En el caso de Inglaterra, la libra estaba atada al marco alemán a 2,95 marcos, con la condición de fluctuar hasta un 6% en torno a ese valor (El Mundo, 2015).

La reunificación alemana había obligado a un exceso de gasto por parte de Berlín, que derivó en déficit fiscal, aumento del circulante e inflación. Para contener la escalada, el Bundesbank subió las tasas de interés, al apreciar el marco. Para competir con la moneda alemana, los bancos centrales vecinos comenzaron a comprar sus propias monedas o a subir sus tasas para no salirse del rango de referencia, pero Inglaterra tenía un alto índice de desempleo y no podía subir sus tasas.

Soros vio la situación anteriormente descrita y un buen día de 1992 vendió diez mil millones de libras para comprar marcos alemanes. Inglaterra, para defender su moneda, salió a comprar libras y adquirió no sólo lo colocado por Soros en el mercado, sino todo lo que los nerviosos operadores ofrecían: llegó a comprar 15 mil millones de su propia divisa. Luego subió las tasas en un 15% para hacer atractiva la moneda, pero ya era tarde. El 16

de septiembre de 1992 —el llamado "miércoles negro"— la única opción fue salir de la CEE y la libra cayó 15% frente al marco y 25% frente al dólar. Luego de eso, Soros tomó sus marcos y compró todas las libras heridas por la batalla. Se reembolsó USD 1.000 millones (El Cronista, 1995).

La hazaña de Soros es hoy bien entendida por la Ingeniería Financiera como una "venta en corto", que es un mecanismo financiero que funciona como arriendo de los papeles a un tercero, con el compromiso de recompra en un período determinado, al ganar o perder las diferencias de precio entre ambas fechas.

Características de la banca británica en la década de los años ochenta

Aunque el modelo de banca universal no es plenamente reconocido por la banca británica, las autoridades financieras han estimulado la diversificación de actividades y la libertad de competencia entre los intermediarios financieros. La banca británica se compone de dos grupos de entidades financieras: los bancos y las *building societies*, cuya regulación ha evolucionado con el fin de eliminar las barreras y áreas de especialización en los mercados financieros. Las décadas de los ochenta y noventa fueron fundamentales en cuanto a las normas de regulación respecta, dado que se expidieron leyes importantes:

Tabla 4.

Relación leyes 1986-1987

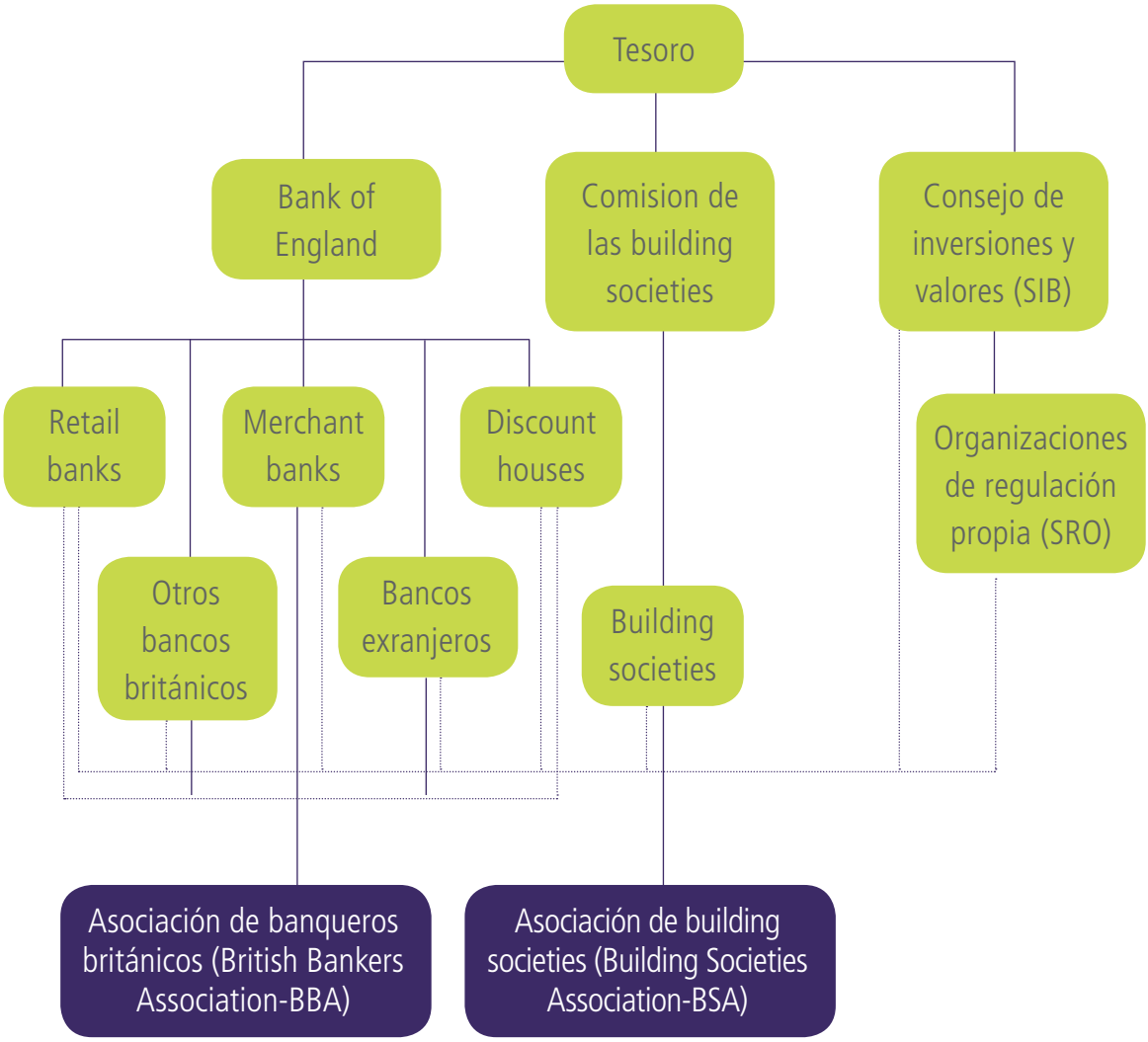
Año	Ley	Regula	Características
1987	*Banking Act*	Bancos	Creada con el fin de reforzar la responsabilidad estatutaria –que figura en la Ley de Bancos de 1979– del Banco de Inglaterra, para la supervisión del sistema bancario. Estableció que ninguna institución puede aceptar depósitos sin la autorización del Banco de Inglaterra. También fundó el Consejo de Supervisión Bancaria.
1986	Building Societies Act	*Building Societies*	Elimina ciertas restricciones a la gama de servicios que pueden ofrecer, como préstamos sin garantía, cuentas de cheques, servicios de corretaje de bolsa, tramitar y asesorar sobre seguros, entre otras.
1986	*Financial services Act*	Actividad de inversión	Aprobada durante el gobierno de Margaret Thatcher para regular la prestación de los servicios financieros. Por ejemplo, abolió la supervisión de los tribunales sobre los contratos de derivados.

Fuente: Elaboración propia.

Estas leyes fueron modificadas en 1992 por el Reglamento de Coordinación Bancaria. La composición de la Banca Británica se relaciona en la *Figura 7*.

Figura 7.

El Sistema Bancario del Reino Unido



Fuente: El sector bancario europeo: panorama y tendencias (Balaguer, Liso y Soler, 1996, p. 93).

A pesar del marco liberal, la banca británica se ha caracterizado por la muy reducida presencia de participación en empresas no financieras entre sus inversiones. La propia especialización de los retailbanks, entendidos como los bancos al por menor que sólo atienden a clientes seleccionados (Marcuse, 2002) en la financiación a corto plazo de las empresas, indica la prudencia con la que las entidades han tratado el riesgo asumido frente al sector

industrial. Este último acude al desarrollado mercado de valores británico para satisfacer sus necesidades de capital y a los *merchant banks* —bancos de segundo piso que trabajan especialmente con grandes corporaciones, conocidos también como bancos de negocios— para financiarse a largo plazo (Marcuse, Liso, Balaguer y Soler, 1999).

Éstas son algunas de las acciones que marcaron a la banca británica en la década de los ochenta:

- Supresión de las limitaciones de crecimiento del crédito bancario en 1980.
- Abolición en 1981del coeficiente de liquidez, razón del activo disponible y el pasivo corriente.
- Ley de reforma de las cajas de ahorro en 1985.
- Promulgación de la ley de las building societies: sociedades de crédito hipotecario, concepto introducido por Gran Bretaña.
- Reforma del mercado de valores Big Bang en 1986. Se conoce como *Big Bang* la rápida liberalización del sector de los servicios financieros en el Reino Unido durante la segunda mitad de la década de 1980 (Marshall, 2002).

Estrategia y mecanismos que adoptó la banca británica en los ochenta y noventa para enfrentar la crisis y cimentación de las bases de la Ingeniería Financiera [T2]

La década de los ochenta se convirtió en un período crucial cuando se presentaron distintas situaciones que llevaron a la banca británica al desarrollo de estrategias y mecanismos financieros, hoy abordados desde la Ingeniería Financiera.

Como primera alteración importante, se menciona lo ocurrido en el Reino Unido en 1973 cuando bancos marginales no regulados, como el Slater Walker, pusieron en peligro a los bancos de compensación que los financiaban. El Banco de Inglaterra intervino en los bancos marginales con el fin de proteger a los de compensación. Esta fue una pauta que fue seguida más tarde: "cuando el sistema corre peligro y se suspenden las reglas normales". Este fenómeno recibió el nombre de 'riesgo moral' (Soros, 2012). Según este enfoque, la ayuda directa del Banco Central a los bancos marginales se traduce en que éstos asumen riesgos excesivos ante las expectativas de ser rescatados en situaciones adversas.

El concepto de riesgo moral tiene su origen en Inglaterra hacia el año 1600, cuando se utilizaba para denominar el riesgo que las aseguradoras asumían al no poder saber las verdaderas intenciones de quienes tomaban un seguro. Luego, A. Smith utilizó dicho término en economía, pero fue en 1970 cuando K. Arrow lo retomó, modificó e introdujo en el vocabulario económico moderno. Para este último autor el concepto tiene una acepción de delegación de responsabilidad. Cuando los usuarios depositan sus

ahorros en un banco o compran acciones delegan la responsabilidad del buen manejo de sus inversiones, lo que lleva a los bancos o empresas al riesgo moral de tomar decisiones de inversión, sin perder de vista que no son sus recursos, sino los de terceros los que están expuestos.

En 1982 se presentó la primera crisis bancaria internacional que generó una súper burbuja, en la que el crédito prorrogado a países soberanos en el periodo inflacionario de los setenta, se vuelve insostenible y se derrumba. Entre 1984 y 1986 comenzó a utilizarse la expresión 'Ingeniería Financiera', cuando con la desregulación de los mercados financieros británicos, los bancos y fondos de inversión empezaron a revisar sus estrategias de actuación; los bancos estructuraron departamentos para administrar riesgos y junto con el diseño de instrumentos financieros derivativos se formaban acuerdos estructurados. Estos departamentos fueron creados por doctores en economía y luego liderados por ingenieros financieros (Tonks, 1990).

En 1986, por ejemplo, el sector financiero británico impulsó el uso de una serie de nuevos productos financieros entre las sociedades y la actividad bancaria; entre ellos se encuentran los servicios de transferencia como cuentas de transacción remunerada y cuentas corrientes, procesos liderados por el Abbey National y el Bank of Scotland, respectivamente.

El 26 de octubre de 1986, la Bolsa de Londres sufrió un cambio representativo, conocido como el "*Big Bang*", cuando pasó de ser un mercado basado en el parqué y se transformó en uno basado en la pantalla. Antes del Big Bang, la Bolsa de Londres se componía de un limitado número de miembros dedicados a dos funciones distintas: los *brokers* y los *jobbers*. Los primeros actuaban como agentes de inversores y prestatarios individuales y los otros completaban el mercado, al mantener posiciones en valores a cuenta propia.

El principal cambio que involucró el *Big Bang* fue el paso de un sistema de capacidad única, en el que se distinguían *jobbers* y *brokers*, a otro de capacidad dual, en el que los creadores de mercado, aparte de cotizar precios de valores concretos, actúan como agentes y llevan al mercado a prestatarios y prestamistas (Tonks, 1990). Además, la negociación pasó del piso de parqué de la bolsa a un sistema basado en la utilización de pantallas y ordenadores.

En marzo de 1987, la Organización Internacional de Regulación de Valores y la Bolsa de Londres se fusionaron para formar la Bolsa Internacional de Londres que es responsable de gestionar mercados para realizar transacciones de obligaciones, acciones y opciones de compra, tanto de empresas nacionales como extranjeras. También es responsable de dos mercados más reducidos: el de valores sin cotización oficial —llamado actualmente el segundo mercado—, que se organizó en 1980 y el tercer mercado, que se introdujo en 1987. Ambos tienen como misión la captación de financiación para las empresas pequeñas (Tonks, 1990).

Tabla 5.

Valor de mercado de títulos admitidos a 30 de junio de 1988
(en billones de libras)

Deuda Pública	**162**
Eurobonos	**112**
Títulos de empresas	**1307**
Acciones del Reino Unido	421
Acciones extranjeras	874
Obligaciones	12
TOTAL	**1581**

Fuente: Stock Exchange Yearbook, 1988.

El cuadro anterior muestra que la parte fundamental del mercado la forman los intercambios de diferentes activos con cotización oficial como la deuda del sector público, eurobonos y acciones de empresas.

Los años setenta dejaron tasas de inflación altas que llevaron a las empresas a volver a los créditos bancarios en los ochenta, debido a que, por más que quisieran emitir deuda, debían ofrecer tipos de interés elevados. Así, aumentaron las ofertas de crédito del gobierno y los compradores pasaron a adquirir títulos de renta fija en vez de acciones.

Por su parte, el servicio de hipotecas también se amplió para uso no inmobiliario y dejó que muchas empresas trataran de entrar en el campo de la promoción inmobiliaria. Algunas sociedades también podían comercializar préstamos sin garantía, tanto que algunas de ellas establecieron relaciones con compañías de financiación al consumidor y otras se dedicaron a este negocio por su propia cuenta. Esto conllevó a que se redujeran las diferencias entre las sociedades hipotecarias y los bancos y a que las principales sociedades entraran en la cámara de compensación bancaria y ofrecieran un amplio portafolio de servicios al consumidor.

Otro hecho que marcó la historia de la banca británica fue la quiebra del Barings a principios de 1995, protagonizada por Nick Leeson, cuya tarea como trader de SIMEX o *Singapur International Monetary Exchange*, era realizar transacciones de arbitraje entre los precios de los futuros y el costo del subyacente. Sin embargo, Leeson empezó a hacer otro tipo de operaciones como el arbitraje entre futuros de Singapur y Osaka, pero como eran de bajo riesgo, el Barings, para ahorrar costos, autorizaba a Leeson a negociar y registrar él mismo su operación (López y González, 2008).

Poco a poco la situación se hizo incontrolable para Leeson que asumía posiciones enormes y especulativas, cuyas pérdidas se fueron almacenando en la conocida cuenta 88888 —cuenta de errores de Back Office—. Esto le permitía al trader mostrar beneficios ficticios y obtener grandes bonos de compensación a su trabajo. Compraba futuros sobre

el *Nikkei*, al apostarle a su posición en la bolsa de Tokio. Para 1992 la pérdida era de £2 millones, en 1993 de £21 millones y para 1994 de £185 millones. Leeson, sin autorización, empezó a operar sobre los índices de Tokio, los cuales se vieron afectados con el terremoto de Kobe el 17 de enero de 1995 y él se vio obligado a desaparecer junto a su esposa.

El Barings reconoció unas pérdidas de £927 millones, incluidos los costes de liquidación, cantidad que superaba el doble del capital social del banco que era de 440 millones de libras. Leeson fue arrestado en Fráncfort y extraditado a Singapur, donde fue condenado por sentencia judicial.

Los principales activos del grupo estaban representados en su gestora de fondos de inversión, Asset Management; su sociedad de valores, Baring Securities y su filial financiera, Baring Brothers; además el Barings controlaba el 40% del banco de negocios norteamericano, Dillon Read. Aparece, entonces, ING Bank que engloba a la aseguradora Nationale Nederlanden y al banco Postbank y que presenta una oferta "simbólica" en firme por el grupo Barings en su conjunto por una libra esterlina y asume sus elevadas deudas en torno a los 200.000 millones de pesetas. A raíz de esa adquisición, la agencia calificadora Moody´s puso en revisión, para su posible descenso, el rating de los depósitos y de la deuda de ING (López y González, 2007).

Vale la pena destacar una frase que aparece entre las muchas noticias respecto a la desaparición del Barings: "La tarea de los gobiernos no consiste en impedir que la gente asuma riesgos, sino en garantizar que cuando se pierden apuestas, sean los jugadores los que paguen, no el público. Esa es la moraleja del banco que desapareció" (The Economist, 1995).

El caso del Barings es uno de los más conocidos en cuanto al "riesgo operacional", uno de los objetos de estudio del Acuerdo de Basilea. Éste tuvo su origen en la crisis financiera surgida por el cierre del Bankhaus Herstatt en Colonia, Alemania, en 1974.

Este grupo bancario ha emitido documentos desde el año 1975 y, en el año 1988, estableció el Primer Acuerdo de Basilea que se empezó aplicar a fines de 1992. El tema central era introducir como capital mínimo, el 8% de los activos riesgosos, por concepto de riesgo de crédito. Este acuerdo se empezó a aplicar en los países integrantes del G-10 que son: Bélgica, Canadá, Francia, Italia, Japón, los Países Bajos, el Reino Unido, los Estados Unidos, Alemania y Suecia. Luego se implementó en países con presencia de bancos activos internacionalmente.

En junio de 1999 se comenzó a hablar de otro acuerdo, para reemplazar el de 1988. Este nuevo acuerdo se basa en tres pilares:

1) Nuevos requisitos de capital mínimo.
2) La revisión por parte del supervisor del proceso de evaluación interno de las instituciones y del cumplimiento de los requisitos de capital mínimo.
3) La disciplina del mercado para fortalecer lo anterior.

Hoy en día se cuenta con los Acuerdos de Basilea I, II y III.

Lo que vino después de esta década

Es bien sabido que los bancos ejercen una importante labor de intermediación entre las unidades deficitarias y excedentarias de la economía de un país; por esa razón, pueden tener problemas, cuyo origen está en el entorno económico en que desempeñan su labor. Ejemplo de ello son: el crecimiento o declive de la economía, el contexto laboral, el contenido de la política industrial y la no competencia empresarial, entre otros, que provocan en menor o mayor escala dificultades al sector bancario.

A continuación, se enumeran algunos de los efectos en el sector financiero, surgidos de la crisis de los ochenta. Estos casos se utilizan muchas veces para mostrar los peligros del uso de productos derivados. También se deben resaltar las deficiencias o ausencias de controles en gestión del riesgo adecuados a cada situación y que se evidencian en la importancia de las competencias que, hoy en día, incluye la Ingeniería Financiera.

El retiro de depósitos del Continental Illinois en mayo de 1984 produjo la intervención de la Federal Deposit Insurance Corporation FDIC y de la autoridad monetaria Comptroller of the Currency. Ésta fue resultado de la iliquidez del banco, dada una política de crédito mal diseñada en la que primaba el crecimiento de la cartera en perjuicio de la calidad de la misma.

En el caso japonés, los bancos se dejaron llevar por la euforia económica del momento al aumentar el volumen de préstamos y utilizar como garantía activos inmobiliarios y financieros, además del auge irreverente de inversión en acciones. Con ello buscaban la realización de plusvalías que trajo al final un cambio de percepción del mercado y, por consiguiente, un significativo descenso en el valor de los activos, unida a una economía decreciente y a una crisis deflacionaria a finales de los noventa.

A finales de 1995, siete sociedades de crédito hipotecario reconocieron que 63.000 millones de dólares eran incobrables, lo que representaba el 50% de su cartera. Este problema se agudizó al llegar a una pérdida por 367.000 millones de dólares que alcanzó tanto a las cooperativas de crédito como a las filiales no bancarias de grandes bancos en ese país.

En Europa, la crisis que afectó al Crédit Lyonnais no tuvo precedentes en la historia de la banca francesa, sólo en 1994 esta entidad perdió 12.100 millones de francos, la mayor pérdida presentada por un banco. Después, por efecto de una mala gestión, generada fundamentalmente por una política de matices "napoleónicos", como la inversión en empresas estatales —la siderúrgica Unisor y la aeronáutica Aérospatiale S.A.—, los beneficios contables no satisfacían a los accionistas de esta entidad. Dichas inversiones lo llevaron a aumentar su cartera con una política de dudoso cobro, a aumentar sus provisiones y a bajar su calificación crediticia. Por su parte, en 1995, el Crédit Foncier de France

anunció pérdidas por 2.100 millones de dólares, lo que forzó al gobierno francés a poner esta institución en venta, situación dada igualmente por malas inversiones inmobiliarias.

No hay que dejar de lado el renombrado caso del banco Barings Brothers. Como ya se mencionó, éste tuvo una importante repercusión en los sistemas y mercados financieros internacionales, dadas las pérdidas acumuladas en el mercado de futuros —producto derivado del índice Nikkei— de Singapur por Nick Leeson —*trader* de la entidad— a comienzos de los noventa. Esta situación terminó en la venta del banco en una operación, sin precedentes, con un precio simbólico de una libra esterlina por todos los negocios del grupo y con el compromiso de asumir la totalidad de las deudas.

En Italia, el Banco di Napoli presentó pérdidas por 1,1 billones de liras en 1994 y 3 billones en 1995; paralelamente, el indicador de capital era del 4,14%, muy por debajo del aceptado como mínimo en el Comité de Basilea, de 8%. Estos problemas tuvieron su causa en la cartera de préstamos dada una inadecuada política de otorgamiento de crédito que el banco utilizaba, en la que los criterios de rendimiento y riesgo no eran analizados adecuadamente.

En España, la crisis de Banesto fue consecuencia de deficiencias en gestión, organización y control interno por parte de la administración del banco. Éste tenía un saldo en rojo por más de 600.000 millones de pesetas (López y Gonzales, 2008).

En Alemania, que no pudo salvarse de este "efecto dominó" generado en esa década de crisis en el sector financiero, los problemas tuvieron entre sus razones fundamentales, la excesiva concentración de riesgo de crédito. Esta situación se vio acrecentada por la ineficiente gestión del mismo, además del alto grado de atomización y fragmentación de la estructura bancaria en el sistema financiero alemán.

A manera de conclusiones

A principios de los años ochenta se disminuyó considerablemente la emisión de moneda, lo cual provocó la recesión de 1980 a 1982. No obstante, simultáneamente, se aumentó la emisión de bonos y obligaciones que se renuevan constantemente en el mercado de capitales. Esta orientación fue retomada y generalizada por la administración Reagan y, más adelante, se extendió a todos los países, como uno de los primeros pasos en la "ingeniería" del sector financiero.

Ante las diferentes situaciones de crisis, en Gran Bretaña surgieron mecanismos estudiados por la "Ingeniería Financiera". Por un lado, el Estado emitía obligaciones para financiar sus enormes y crecientes déficits suscritos por los mercados financieros —bancos, empresas y particulares—. Por otro, el mismo Estado empujaba a los bancos a buscar en el mercado la financiación de sus préstamos, a través de obligaciones como emisión de bonos y sucesivas ampliaciones de capital como emisión de acciones. Se trató de un mecanismo

altamente especulativo con el que se intentaba aprovechar el desarrollo de una masa creciente de capital ficticio. De esta forma, el peso de los fondos privados resulta ser mucho mayor que los fondos públicos en la financiación de la deuda, tanto pública como privada.

Los años ochenta fueron un auténtico salto hacia el abismo. Al fenómeno de monedas completamente separadas de la contrapartida en oro y plata se añadió, en primer lugar, el juego de apreciación o depreciación para atraer capitales, lo cual desembocó en una tremenda especulación sobre las mismas. En segundo lugar, se agregó la bajada por decreto de la cotización de la moneda con objeto de favorecer las exportaciones.

Sin duda, la crisis de la libra esterlina y el estancamiento de la producción fueron las principales situaciones que conllevaron a la búsqueda de soluciones distintas a la del capitalismo dentro del sector financiero; dichas situaciones despertaron en la comunidad una insaciable búsqueda de innovación para afrontar los nuevos retos económicos de la época. Se recurrió, entonces, a estrategias para la consecución de recursos a tasas atractivas en el mercado, y que permitían administrar el riesgo que esto conlleva.

Al participar en los bancos marginales, la banca británica empieza a escapar de la camisa de fuerza a la que había sido sometida mediante las regulaciones. Siempre que el sistema económico tenía problemas, la autoridad intervenía, pero con la acción del Banco de Inglaterra aparece el concepto de "riesgo moral" entendido como la suspensión de las reglas normales cuando el sistema corre peligro. Esto es una aproximación conceptual a lo que hoy la Ingeniería Financiera aborda desde la administración del riesgo.

Debido a la crisis de la banca, aparecieron en el mercado nuevos productos financieros, surgidos de la necesidad de innovar con soluciones para dinamizar los mercados. Se renovó la forma de financiar e invertir en la banca a través de instrumentos como la tarjeta de crédito, las cuentas corrientes, las acciones y los servicios inmobiliarios, en cuanto a sus garantías hipotecarias.

Las bases de la Ingeniería Financiera son la respuesta que la banca británica adoptó como catalizador de una economía poderosa, pero en crisis: un panorama enmarcado por circunstancias como la flotación en las tasas de cambio, producto de la caída del sistema Bretton-Woods, la desregulación en los mercados financieros y la crisis de la deuda a nivel de las entidades de crédito y de los países en desarrollo. Entran, entonces, a interactuar factores como el riesgo y la cobertura, la especulación, la óptima administración de las inversiones y el fortalecimiento de las empresas desde su gestión.

Muchos han sido los mecanismos de intervención en las diferentes crisis bancarias, dadas las razones que, hoy en día, podrían desencadenar un debacle financiero sin precedentes. Entre ellas se encuentran que los bancos asumen más riesgos que antes y con mayores montos, además de las diferentes operaciones en integración financiera. Por esta razón, la

Ingeniería Financiera aporta, sin lugar a dudas, la creación, el desarrollo y la implementación de estrategias financieras innovadoras que otorgan soluciones efectivas a las entidades.

Bibliografía

Balaguer, T., Liso, J. y Soler, M. (1999). *El sector bancario Europeo: Panorama y Tendencias.* Barcelona: Colección Estudios e Informes #16. La Caixa.

Caputo Leiva, O. (2005). La economía mundial a inicios del siglo XXI (I). La Nueva Hegemonía de Estados Unidos En: Seminário Internacional REG GEN: Alternativas Globalização (8 al 13 de Octubre de 2005, Hotel Gloria, Rio de Janeiro, Brasil). Rio de Janeiro, Brasil UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2005. Recuperado de: http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/reggen/pp11.pdf

Keynes, J. M. (2003). *Teoría general del empleo, el interés y el dinero* (4 ed.). México: FCE.

López P, J. y González A. S. (2007). *Gestión Bancaria. Factores clave en un Entorno Competitivo*. Madrid: Mc Graw Hill.

Marcuse, R. (2002). *Diccionario de términos financieros y bancarios* (4 ed.). Bogotá: ECOE.

Marshall, J. F. (2002). *Diccionario de Ingeniería Financiera*. Barcelona: Deusto.

Mundial, Banco. (s.f.). Recuperado de: http://datos.bancomundial.org

Revista Internacional. (1999). *Crisis económica (ii) –los años 80– treinta años de crisis abierta del capitalismo*. Recuperado de: https://es.internationalism.org/revista-internacional/199904/1168/crisis-economica-ii-los-anos-80-treinta-anos-de-crisis-abierta-del

Societies, B. (s.f.). *Investopedia.com.* Recuperado de: http://www.investopedia.com/terms/b/building-society.asp#axzz2ipxusdbm

Soros, G. (2012). *La tormenta financiera*. Barcelona: Ediciones Destino.

El mundo. (febrero de 2005). Soros anuncia su retiro del mundo de las finanzas *El mundo*. Recuperado de: http://www.elmundo.com.ve/noticias/economia/banca/soros-anuncia-su-retiro-del-mundo-de-las-finanzas.aspx

The Chronicler. (1995). *La historia del miércoles negro.* Recuperado de: http://www.cronista.com/we/la-historia-delmiercoles-negro-20110729-0015.html

The Economist. (1995). *The Bank that disappeared.*Barings Editorial. Recuperado de: https://www.highbeam.com/doc/1G1-16635863.html

Tonks, I. (1990). *La reorganización de La Bolsa de Londres: Las Causas y Consecuencias del Big Bang*. Barcelona: Universidad de Cádiz.

Valdés P., P. y Salazar S., J. (1987). *Manual de Política Mundial Contemporánea. Segunda Edición.* Chile: Andrés Bello.

Velosa, F. (2010). Ingeniería Financiera: concepto, contexto y fundamentos. *Interfase*, 9(7) 28-38.

Las crisis financieras de la última década del siglo XX y primera década del siglo XXI y cómo éstas condicionaron el desarrollo de innovaciones en la Ingeniería Financiera

04

Nini Johana Marín Rodríguez[1] «

Introducción

Aunque las crisis financieras no son un tema exclusivo de los tiempos recientes, los factores que han llevado en los últimos veinte años a tales fenómenos están muy ligados a la fuerte integración de los mercados financieros. La globalización se ha hecho más aguda debido a los grandes avances en las tecnologías de la información, lo cual ha permitido que cualquier evento se transmita y se conozca más fácilmente en todos los mercados. Este fenómeno de integración tiene sus orígenes en la creación del sistema monetario de Bretton-Woods, cuando se homologó la política monetaria de los países y se facilitaron las inversiones internacionales.

Dentro de las crisis financieras recientes se pueden mencionar el colapso del peso mexicano de 1994 a 1995, la crisis del este asiático de 1997, la crisis de Rusia de 1998, la devaluación del real brasilero de 1999, la crisis en Estados Unidos por la burbuja de las empresas punto.com de 1997 a 2001, la crisis Argentina de 2001 a 2002, la crisis *Subprime* en Estados Unidos de 2007 a 2009, la crisis financiera de Finlandia de 2008 y la actual crisis en Europa de 2010 a 2012.

Existe un debate sobre cómo se extienden las crisis financieras entre los diferentes países; algunos autores como Forbes y Rigobón (2002) definen que la propagación se puede dar por contagio financiero o simplemente por una alta interdependencia entre un par o más de economías. Dicho contagio se define como un mayor co-movimiento de los mercados

1. Candidata a Doctora en Economía de la Universidad del Rosario. Magíster en Economía y Economista de la Universidad de Antioquia. Profesora de tiempo completo del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad de Medellín. Correo electrónico: njmarin@udem.edu.co.

financieros en períodos de crisis, comparado con épocas estables de la economía. La alta interdependencia ya mencionada se puede dar por la existencia de un alto co-movimiento de los mercados financieros, incluso en períodos de normalidad económica. Esto deja al descubierto que las crisis pueden extenderse entre las economías, incluso si no existe un fuerte vínculo entre ellas, debido al proceso actual de globalización.

Los factores que facilitan que una crisis se extienda del país de origen hacia otros pueden ser comerciales, financieros, políticos o regionales y de fundamentales macroeconómicos. Frexedas y Vayá (2005) y Masson (1999) sostienen que existen cinco posibles canales de transmisión de una crisis de un país a otro: (i) sometimiento a un choque común, ya sea real o nominal; (ii) manejo similar de los fundamentales macroeconómicos de las economías; (iii) fuertes nexos comerciales, dado que podría facilitar que choques en el tipo de cambio se reflejen rápidamente en los socios comerciales; (iv) relaciones políticas estrechas entre los países, lo cual puede influenciar el actuar de los *policymakers* y por último (v) relaciones financieras entre países, como tener un mismo prestamista o mantener inversión extranjera directa entre varias naciones, pues éste sería un canal de liquidez que podría generar conductas financieras similares. Estas causas comunes podrían explicar por qué las crisis financieras ocurren generalmente en clusters de países.

A pesar de lo anterior, la principal diferencia entre dichos autores es que Frexedas y Vayá (2005) atribuyen estas cinco causas a la propagación del contagio financiero entre países. Masson (1999) hace énfasis en que estos cinco canales de transmisión de una crisis se dan por la creciente interdependencia entre países. De esta manera, la alta relación entre economías, sin importar su origen, facilita la propagación de las crisis mencionadas.

Asimismo, llámese contagio financiero o simplemente interdependencia económica, es de destacar que las crisis en la actualidad no sólo afectan a su país de origen, sino que se extienden a otras economías, a pesar de que los nexos no sean tan fuertes. Sin embargo, hay casos particulares que no se propagaron y que sólo tuvieron un impacto local como en Brasil en 1998, Turquía en 1999 y Argentina entre 2001 y 2002. Adicionalmente, hay que resaltar que se pueden ver afectadas economías desarrolladas como es el caso de la crisis actual europea.

Este texto presenta indicios sobre las interconexiones existentes entre las crisis financieras, las teorías y las metodologías computacionales en finanzas, la introducción de nuevos productos financieros, instituciones y regulaciones y su papel para el afianzamiento de la Ingeniería Financiera como disciplina. Así como los períodos de guerra han permitido grandes progresos en medicina, las crisis mencionadas, también han propiciado un entorno favorable para el avance en finanzas. De este modo, el objetivo de esta revisión de la literatura es brindar una idea de cómo se han propiciado las crisis financieras desde la última década del siglo XX hasta el presente; el objeto radica en proporcionar información acerca de los factores que llevaron a dichas crisis, su forma de propagación y los avances financieros que facilitaron.

El capítulo está dividido en tres partes. En primer lugar, se presentarán algunos aspectos teóricos de las crisis financieras y sus antecedentes. En segundo lugar, se abordarán de manera separada la crisis asiática de 1997, la crisis de Rusia de 1998, la crisis en Estados Unidos en las empresas punto.com de 1997 a 2001, la crisis Subprime en esa misma nación de 2007 a 2009 y la crisis de Europa de 2010 a 2012. En tercer lugar, se hablará del desarrollo reciente de la Ingeniería Financiera y cómo han influido en ella las crisis financieras y viceversa. Por último, se presentarán unas conclusiones.

Teorías de las crisis financieras y antecedentes

Teorías de las crisis financieras

Kindleberger y Aliber (2005) hacen una distinción entre las diferentes crisis financieras, las cuales definen como patrones no sostenibles de comportamiento financiero y las clasifican según sus esquemas de evolución. El primero son las *manías* que se presentan cuando se da un frenesí de compras, que produce un aumento de los precios, que generalmente también viene acompañado de incrementos en los volúmenes de comercio; se caracteriza por el hecho de que los individuos están dispuestos a comprar antes de que los precios aumenten.

También se encuentran los esquemas llamados *burbujas* que ocurren después de una manía, se presentan en el momento en que los precios dejan de aumentar y, por tanto, empiezan a decaer hasta reflejar el valor real que debería tener el bien objeto de la especulación inicial. Por lo general, las burbujas se presentan en sectores de bienes inmuebles, *commodities* u objetos de colección, en los que se espera que el precio no decrezca bajo ninguna circunstancia.

Finalmente, encontramos *las cartas en cadena o pirámides o juegos Ponzi*, los cuales consisten en que sus inversionistas multiplicarán rápidamente el dinero invertido a expensas de los demás participantes en estos esquemas de juego. Los aspectos favorables de estos últimos es que rara vez presentan consecuencias macroeconómicas y generalmente sólo involucra a segmentos aislados de la economía, al suponer una redistribución de los ingresos.

Herrarte, Medina y Vicéns (2000) distinguen cuatro grupos de modelos que explican las crisis financieras: (i) Modelos de primera generación: se destacan los modelos de Krugman (1979) y el modelo de Flood y Garber (1984), los cuales establecen que los procesos de crisis se generan al presentarse un deterioro en los fundamentales macroeconómicos que hace que sean incompatibles con el manejo del tipo de cambio. (ii) Modelos de segunda generación: sostienen que no existe una política económica inconsistente que induzca a que se presente la crisis, sino que ésta tiene lugar y es ella misma la que provoca una variación en la política económica. Se basan en las teorías de expectativas de los agentes e incluyen los modelos de contagio financiero.

En el numeral (iii) Modelos empíricos: hay de dos tipos, los que se centran en un país durante un período de turbulencia económica y los que analizan múltiples países con datos de corte transversal o con datos de panel; (iv) Modelos de previsión de crisis en Latinoamérica: al utilizar datos de corte de transversal, tratan de predecir las crisis de las monedas latinoamericanas con base en la experiencia disponible de la década de los noventa.

Minsky (1982), en su hipótesis de inestabilidad financiera, plantea que la evolución de las prácticas y estructuras financieras es la principal fuente de cambio en una economía real. Dicha hipótesis es una interpretación de la teoría general de Keynes que toma en cuenta problemas basados en expectativas sobre los mercados de activos monetarios, que repercuten en los mercados reales, fundamentalmente, en la inversión de activos físicos. Esta hipótesis se enmarcó en la economía norteamericana para el período de los años treinta y cuarenta; sin embargo, fue útil para explicar las recientes crisis financieras en Estados Unidos, Asia y en el desplome en algunos *hedge funds*, como la reciente caída de las ganancias del Merry Linch y Citigroup a finales del 2007, por las características que presentaron estos fenómenos cercanos.

Principales características de las crisis financieras previas a 1990

Neal y Weidenmier (2003) hacen una extensa compilación desde la primera crisis financiera conocida que se presentó en Holanda en 1636, denominada la crisis de los tulipanes, hasta la de Argentina en el 2001. Igualmente, Kindleberger y Aliber (2005), con el mismo punto de partida, realizan un análisis hasta la crisis en Estados Unidos por la burbuja de las empresas punto.com entre 1997 y 2001. El propósito de estos autores es hacer una revisión de cuáles son los elementos comunes entre las crisis financieras del pasado y plantear un modelo general para explicar las causas y efectos de dichas crisis, al hacer especial énfasis en los diferentes canales de propagación.

Kindleberger y Aliber (2005) presentan un breve recuento de las crisis, el cual se muestra en la *Tabla 1* y se actualiza hasta las crisis recientes. Las primeras se asocian a fallas en el sistema financiero, consecuencia del bajo desarrollo bancario para hacer frente a las grandes inversiones en infraestructura marítima y ferroviaria de la época. Para el período comprendido entre 1920 y 1940, las crisis más comunes fueron las bancarias y cambiarias.

Las últimas crisis se han presentado más en el sector inmobiliario y en los mercados bursátiles y su frecuencia ha aumentado en los últimos 30 años. Son ejemplos de ellas las burbujas inmobiliarias en los países asiáticos de 1985 a 1989 y de 1992 a 1997 y la crisis *Subprime* de Estados Unidos de 2007 a 2009. Aunque también se dieron importantes crisis cambiarias como la de Argentina en 1981 y México, Brasil y Chile en 1982, la libra esterlina y otras monedas europeas en 1992, la del peso mexicano de 1994, la del este asiático de 1997, la de Rusia de 1998, la devaluación del real brasilero de 1999 y la de Argentina de 2001 a 2002.

Tabla 1.

Principales crisis financieras en la historia mundial

Año	Crisis financiera
1636	Crisis de los tulipanes en Holanda
1720	La burbuja de los Mares del Sur
1720	La burbuja del Mississippi
1927-1929	La burbuja del mercado accionario en Estados Unidos
1970	El alza en los préstamos bancarios a México y otros países en desarrollo
1985-1989	La burbuja de bienes raíces y acciones en Japón
1985-1989	La burbuja en el sector inmobiliario y de las existencias en Finlandia, Noruega y Suecia
1992-1997	La burbuja de bienes raíces y acciones en Tailandia, Malasia, Indonesia y varios otros países asiáticos
1990-1993	El aumento de la inversión extranjera en México
1995-2000	La burbuja en el mercado OTC de Estados Unidos
2007-2009	La crisis *Subprime* en Estados Unidos
2010-2012	Crisis europea

Fuente: Actualizado y adaptado de Kindleberger y Aliber (2005).

Las regularidades de las crisis cambian en el tiempo. Según Kindleberger y Aliber (2005), en los dos primeros tercios del siglo XIX éstas se presentaban aproximadamente cada diez años –1816, 1826, 1837, 1847, 1857, 1866–. Luego, las crisis financieras se produjeron con menos frecuencia –1873, 1907, 1921, 1929– y para finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI éstas se volvieron a presentar nuevamente con mayor regularidad –1985, 1992, 1997, 1998, 1999, 2001-2002, 2007 y 2008-2012–, como ya se mencionó. Este incremento en la ocurrencia de las crisis puede deberse a la mayor interdependencia entre los mercados financieros que se ha dado por el avance en las tecnologías y en la Ingeniería Financiera; aunque esta última ha permitido también mayores oportunidades de protección para los inversionistas con el fuerte avance de los instrumentos de cobertura.

Principales características de las crisis financieras recientes

El marco en el cual se desarrolla el sistema financiero internacional en la actualidad fue denominado por Dooley, Folkerts-Landau y Garber (2004) como el Bretton-Woods II (2000) o Nuevo Bretton-Woods. En éste, mediante la restructuración de las instituciones y un mejor uso y acceso del capital, las periferias de la antigüedad han desempeñado un papel importante en la economía mundial. De esta manera, los países emergentes se han convertido en prestatarios de los países desarrollados, las monedas asiáticas se fijan con referencia al dólar y las tasas de interés internacionales han permanecido bajas en tiempos recientes.

Un ejemplo de una economía considerada emergente tiempo atrás, que en la actualidad es un motor económico muy importante a nivel mundial por sus altas tasas de crecimiento, es China. Dooley, Folkerts-Landau y Garber (2004) analizaron este fenómeno y destacaron el impacto que tiene en las finanzas internacionales. No siempre las economías emergentes resultan bien libradas: algunas de las crisis modernas generaron un redireccionamiento de los flujos de capitales desde los países en desarrollo, como en los casos de Brasil en 1998, Turquía en 2001 y Argentina entre 2001 y 2002[2], hacia los países desarrollados.

Estos cambios en el balance global de la economía, como consecuencia de las crisis de mayor alcance mundial, han sido la principal fuente de innovaciones y desarrollos financieros. Por consiguiente, el estudio de la naturaleza y del origen de las crisis de magnitud global permitirá a los expertos en finanzas hacer un mejor balance sobre sus efectos en las variables de la economía local y mundial.

Las crisis financieras internacionales en la práctica

Crisis asiática de 1997

El desempeño de algunos países asiáticos entre las décadas de los ochenta e inicios de los noventa fue llamado un milagro económico en la literatura económica. Las altas tasas de crecimiento se lograron gracias al rápido aumento de la inversión de capital que llevó a un incremento de la productividad del empleo, pero sólo marginalmente a un aumento de la productividad total multifactorial, según Krugman (1994). Como consecuencia, estos países habrían presentado un crecimiento económico insostenible a largo plazo.

La crisis asiática de 1997 comenzó en Tailandia por el colapso de su moneda como respuesta a la decisión del gobierno central de dejarla fluctuar libremente y romper su anclaje con el dólar. La especulación respecto a las monedas asiáticas hizo que la crisis se expandiera

2. Las crisis de Brasil en 1998, de Turquía en 2001, de Argentina entre 2001 y 2002 e Islandia en 2008 se dieron en un contexto de devaluación, crisis bancarias y reducción del gasto social por parte del Estado. Tuvieron sus orígenes en las crisis asiática de 1997 y de Rusia de 1998, las tres primeras provocaron una fuga de dólares en las economías emergentes y con ello desencadenaron crisis cambiarias, de las que inicialmente se pensó que presentarían consecuencias en las demás economías de su respectiva región, pero que, finalmente, sólo tuvieron efectos locales. La crisis de Islandia en 2008 tuvo sus orígenes en la crisis *subprime*. Algunos autores, como Girón argumentan que el FMI tiene gran responsabilidad en las tres primeras crisis por los planes económicos recomendados que, según el autor, sólo sirvieron para acentuar los problemas estructurales que venían de tiempo atrás.

a la mayoría de países de la región, incluido Japón, razón por la cual también se dio una baja en sus mercados bursátiles, y en sus mercados de deuda pública y privada. China, India, Taiwán, Singapur y Vietnam fueron los países menos afectados por la crisis, a pesar de que también se vieron desequilibrados por la disminución de la demanda y la pérdida de confianza en la región.

A este respecto, Radelet y Sachs (1998) sostienen que dicha crisis fue el resultado de la implementación de las medidas aconsejadas por el FMI que consistían en la aplicación de políticas monetarias estrictas y políticas fiscales contractivas. Según los autores, el argumento del FMI fue que los países del continente asiático se habían expuesto al caos financiero por permitir que se dieran operaciones en sus mercados financieros con información privilegiada[3], coadyuvados por la corrupción y la débil gobernabilidad corporativa. Esto se tradujo en un gasto de inversión ineficiente y contribuyó a debilitar el sistema bancario, por lo que se propusieron, así, medidas para reestructurar dicho sistema.

Para Kasri (2011) los hechos de la crisis asiática demostraron que los problemas del sector bancario se entrelazaron con las inestabilidades en el manejo de sus monedas y experimentaron unas crisis gemelas. El fenómeno se propagó rápidamente en los países de la región y a nivel internacional, debido a la fuerte interdependencia generada por las inversiones extranjeras que fueron atraídas a la zona dado el alto dinamismo económico que habían mostrado dichos países antes de la crisis.

Crisis de Rusia de 1998

Girón (2002) sostiene que la crisis rusa estuvo enmarcada en (i) una débil estructura bancaria que no adoptaba las normas regulatorias internacionales; (ii) una estrecha relación de la banca con las empresas industriales, reflejada en portafolios financieros concentrados en servicios empresariales, que la exponía a vulnerabilidad ante un mal desempeño de las mismas, como fue el caso de las empresas petroleras; (iii) la falta de previsión para la transición de una economía centralizada a otra de mercado; (iv) la falta de regulación por parte de sus instituciones; (v) la incapacidad de la economía rusa para hacer frente a sus pagos de deuda pública. Todos estos fenómenos pusieron en entredicho la rapidez de intervención del FMI con su programa de planes económicos.

Adicionalmente, la crisis de Rusia de 1998 se agudizó por dos grandes choques externos: la crisis financiera asiática de 1997 y el descenso de la demanda mundial de los *commodities* y, por consiguiente, de sus precios. Esto último fue especialmente relevante, puesto que

3. Dichos problemas de información privilegiada han sido tratados por diversos autores como Kasri (2011), entre otros, como problemas de información asimétrica en los mercados asiáticos.

materias primas como el petróleo, el gas natural, los metales y la madera conformaban más del 80% de las exportaciones rusas, lo que determinó una disminución en las reservas internacionales y un menor dinamismo de los sectores básicos de producción. Además, la crisis económica de la región impactó los diversos ámbitos del sistema financiero y, particularmente, el sector bancario de estos países. El principal canal de contagio se dio a través del incumplimiento crediticio de la industria nacional y el consecuente deterioro de la calidad del portafolio de deuda.

Feridun (2005) argumenta que esta crisis también se vio acentuada por la fuerte presión fiscal que significó la ausencia de aportes tributarios de las industrias energéticas y manufactureras. La consecuencia directa de este mayor déficit fiscal fue una fuerte devaluación de la moneda y un incremento de la deuda total del país. Adicionalmente, con la crisis económica de Rusia, comenzaron a salir los capitales de corto plazo. Para frenar la reducción abrupta de las reservas internacionales, el gobierno recurrió a aumentar la tasa de interés, con el fin de evitar un cierre total de la cuenta corriente. Sin embargo, esta medida, que puede coadyuvar el sector financiero, al final frena el sector real y se hace insostenible en el largo plazo.

Dentro de las consecuencias negativas de dicha crisis, se encuentra el proceso inflacionario que se presentó como repuesta a una devaluación del rublo cercana a 300%, sucedida en el lapso de tres semanas entre agosto y septiembre de 1998. Adicional a la paralización del sistema bancario, la quiebra de numerosos bancos y empresas, la brusca caída del nivel de beneficios y de vida de la población y el decaimiento de la confianza en la economía.

En abril de 1998, los diferentes organismos internacionales realizaron un foro económico sobre Asia en el que buscaban responder si la crisis se pudo haber prevenido mediante la aplicación de lineamientos internacionales de Basilea a las instituciones asiáticas (Girón, 2002). La conclusión fue que más allá de si seguían o no tales lineamientos internacionales, en Rusia, debido a las grandes fallas estructurales expuestas anteriormente, la crisis era algo que irremediablemente tenía que sufrir la economía para poder reestructurar a fondo sus instituciones.

Crisis en Estados Unidos en las empresas punto.com de 1997 a 2001

Esta crisis, también conocida como la burbuja tecnológica, tuvo su origen en el colapso financiero mundial que se presentó al final de la década de 1990, más concretamente entre 1997 y 2001. Durante este período, las bolsas de valores occidentales vieron un rápido aumento de su valor debido al avance de las empresas tecnológicas, especialmente las vinculadas al nuevo sector de internet, tales como Amazon, AOL y Yahoo, empresas que se hicieron líderes en la renta variable de la época denominada de la Nueva Economía. Ésta representaba el cambio de una economía basada en industrias productoras de bienes y servicios hacia una basada en el conocimiento. El índice que reflejó la evolución y la crisis fue el Nasdaq, el cual se especializa en este tipo de empresas, efecto que luego se propagó a otros índices americanos y europeos.

Kraay y Ventura (2007) argumentan que una de las causas de la crisis fue el rápido crecimiento que presentaron los índices de capitalización del mercado accionario en Estados Unidos. Éste se duplicó entre 1990 y 1995 y se triplicó entre 1995 y 2000. Corr (2007) sostiene que una de las razones que llevó a la alta valoración de las empresas tecnológicas fue la utilización de los métodos convencionales de valoración de compañías, al llevarlas más allá de su valor intrínseco. Además, las empresas tecnológicas tienden a presentar una alta inversión en investigación y desarrollo, I&D, lo cual dificulta los pronósticos de las pérdidas y ganancias y hace difícil proyectar los flujos de efectivo y, así, determinar apropiadamente los costos de capital.

Al pasar el tiempo, muchas de estas empresas tecnológicas quebraron o dejaron de operar, lo que generó una crisis sectorial que afectó al sector financiero, constructor, inmobiliario y bursátil. Además, también tuvo consecuencias en los mercados asiáticos y europeos por las fuertes inversiones que tenían estos continentes en la economía norteamericana.

Falch y Papa (2012) analizan el reciente incremento de las ventas en corto de las redes sociales LinkedIn y Renren. Según ellos, estas operaciones reflejan que los mercados nuevamente están siendo atraídos hacia empresas tecnológicas o de internet. Esto puede constituirse en la base de una nueva burbuja en las empresas punto.com, que nuevamente presentan una alta sobrevaloración, diferente a la realidad que atraviesan. Para tratar de prevenir una crisis como esta se han tratado de incorporar nuevos métodos de valoración que incluyan la estructura propia de este tipo de empresas, tema que será desarrollado en el último apartado.

Crisis Subprime de 2007 a 2009

Según Marín y Fernández (2012), la crisis *Subprime* originada en Estados Unidos en 2007 se relacionó con los problemas de pago de créditos hipotecarios de personas de alto riesgo. La capacidad real de pago de éstas era insuficiente para absorber la pesada carga de deuda y las entidades financieras ignoraron la magnitud del riesgo asumido. La crisis se inició cuando la Asociación de Bancos Hipotecarios reveló información sobre los incumplimientos de las obligaciones hipotecarias en el contexto de una fuerte caída en los precios de la vivienda, junto con una importante disminución en el desempeño de indicadores económicos, financieros y bursátiles norteamericanos. En ese escenario se presentaron quiebras y pérdidas en las utilidades de algunas organizaciones, bancas comerciales y bancas de inversión como el caso de Citigroup, el Banco Bear Stearns y recortes importantes del banco inversor Merrill Lynch.

Para Cabrera (2008), la propagación a nivel internacional de la crisis hipotecaria causó profundas crisis de liquidez y alimentaria, al igual que diferentes derrumbes bursátiles, como la crisis bursátil de enero de 2008 y la mundial de octubre de 2008 y, en conjunto, una crisis económica a escala internacional. Además, existe un consenso sobre la responsabilidad de las

políticas monetarias y crediticias laxas que se implementaron en las administraciones Clinton y Bush en el desencadenamiento de dicho fenómeno.

El mantenimiento de tasas de interés bajas por un período de tiempo prolongado desincentivó el ahorro y estimuló el sobreendeudamiento de los consumidores. Asimismo, las políticas crediticias, el gobierno federal y el sistema financiero facilitaron los criterios para acceder al crédito, en especial al hipotecario.

En cuanto al interrogante de los elementos que hicieron que la crisis Subprime tuviera dimensiones internacionales, Cabrera (2008) destaca el proceso de bursatilización y la globalización de los mercados internacionales. El contexto que facilitó el acceso al crédito generó una gran oportunidad de negocio para los bancos y las instituciones hipotecarias. Los bancos se convirtieron en grandes otorgadores de préstamos para vivienda.

Gracias a la bursatilización y a la gran acogida de los productos financieros estructurados, los bancos empaquetaron los pagos futuros de hipotecas en títulos de valor negociables. Así, en el corto plazo, lograron vender los créditos a inversionistas institucionales, generalmente a través de un mercado de valores, lo cual facilitó la expansión del mercado de vivienda en Estados Unidos y otras partes del mundo. La fuente de pago de estos instrumentos eran las hipotecas Subprime, de ahí el nombre de la crisis; debido a que los inversionistas institucionales compraron fuertes cantidades de dichos títulos, cuando se dio el incumplimiento de los créditos hipotecarios una gran proporción de sus activos cayó dramáticamente y provocó la crisis internacional.

Crisis europea de 2010 a 2012

Esta crisis mundial, con epicentro en Europa, se inició por las pérdidas que el sector inmobiliario ocasionó a los inversionistas institucionales europeos y del resto del mundo, tras la crisis hipotecaria internacional de Estados Unidos entre 2007 y 2009. Dicha crisis crediticia e hipotecaria, aunada a un contexto internacional de altos precios de los *commodities*, a la crisis alimentaria y energética mundial y a la elevada inflación presentada en muchos países, amenazó con una recesión mundial que provocó una pérdida de confianza en los mercados, especialmente de los países desarrollados.

La crisis europea estalló con los problemas de solvencia y liquidez soberana de Grecia, presentados a principios de 2010, aunque los fallos estructurales de algunos países de la zona Euro se evidenciaron antes con la crisis financiera de Estados Unidos de 2007 a 2009. El principal efecto inmediato fue el incremento de las primas de riesgo en los países desarrollados. A finales de 2010, la crisis de deuda soberana se intensificó y se propagó a otros países periféricos de la zona como Portugal e Irlanda. Los gobiernos europeos se vieron en la obligación de mostrar a los mercados internacionales indicadores de fortalecimiento de sus balances públicos. Esto fue necesario, pues los hechos precedentes sembraron dudas sobre la capacidad de algu-

nas economías europeas para generar un ritmo de crecimiento suficiente que hiciera sostenible su carga de deuda (BBVA, 2011).

Según el BBVA (2012), aunque la crisis soberana de Grecia ya fue superada, las tensiones financieras en Europa en la actualidad tienen su centro de atención en España e Italia. Dicho deterioro financiero surgió debido a las dudas en los mercados internacionales sobre los planes de restructuración de parte del sistema financiero español. Aún continúa la percepción generalizada de que las medidas adoptadas por las autoridades europeas no serán suficientes para revolver la crisis, incluso después de la ayuda de recapitalización que hizo la eurozona por 100 mil millones de euros.

Frente a este panorama, el Banco Central Europeo (BCE) dio un paso decisivo para poner fin a la crisis de deuda en Europa, cuando a finales de julio de 2012 puso en marcha un nuevo programa de compra de deuda pública OMT por *Outright Monetary Transactions*. Con esta medida, el BCE podría intervenir en los mercados secundarios de deuda pública, al adquirir cantidades ilimitadas de deuda soberana de aquellos países que soliciten ayuda financiera. El movimiento del BCE vino después de la cumbre del Eurogrupo en junio, en la cual se concretaron acuerdos que reforzaban la unión monetaria: compromisos de supervisión bancaria común y estudio de planes de unión fiscal e incentivos al crecimiento.

A pesar de lo anterior, según Blanchard (2012), economista en jefe del FMI, la recuperación de la zona euro aún es muy baja. Esto se debe a un crecimiento positivo, pero escaso en los países del núcleo y a uno negativo en la mayoría de los países de la periferia, lo que hace que el crecimiento promedio de la zona sea cercano a cero. Esto podría llevar a un deterioro en las demás economías del mundo. Para contener y resolver la crisis de la zona euro se requiere el cumplimiento de dos condiciones:

> Primero, los países que están bajo presión tienen que seguir avanzando en lo que se refiere a la consolidación fiscal, los ajustes de los salarios y precios, las reformas estructurales y la recapitalización de los bancos cuando sea necesario. Los gobiernos de España e Italia han dado pasos importantes en este sentido. Pero sólo podrán salir adelante si están en condiciones de obtener financiamiento a tasas razonables y segundo, mientras estos gobiernos mantengan sus compromisos de reforma, los otros países miembros de la zona del euro tienen que estar dispuestos a ayudarlos a lograr que el ajuste sea viable. Esto implica no sólo diseñar una arquitectura a nivel de la zona del euro, sino también estar preparados, a corto plazo, para estabilizar las condiciones de financiamiento en los mercados de deuda soberana. En las últimas semanas se han logrado avances, pero aún queda mucho por hacer (Blanchard, 2012).

Desarrollo reciente de la Ingeniería Financiera en medio de las crisis

Las crisis han generado avances positivos en la Ingeniería Financiera como disciplina, en la medida en que han provocado fuertes avances teóricos y en las metodologías de estimación. Esto ha sido útil para la cuantificación de las pérdidas ante eventuales crisis financieras, las cuales, en la actualidad, tienen en cuenta situaciones intertemporales y la incertidumbre para las valoraciones (Merton, Simons y Wilkie (1994). También han surgido nuevos instrumentos financieros, instituciones y regulaciones que han hecho grandes aportes y refinamientos que le han permitido a la disciplina volverse cada vez más robusta y tener acceso a más campos de acción. A continuación, se presentan los principales avances que ha tenido la Ingeniería Financiera desde la crisis de los tulipanes y se hace especial énfasis en los últimos veinte años, cuando han sido muy notables.

Aportes teóricos y computacionales

La exposición al riesgo es el tema que se ha hecho más evidente ante el surgimiento de una crisis financiera. Por esta razón, las principales innovaciones en el área se han centrado en la generación de teorías sobre la medición y administración del riesgo financiero en general, las cuales se han facilitado debido a los avances tecnológicos en la ciencia computacional. Jorion (2006) sostiene que los avances para el análisis de riesgo financiero se dividen en dos grandes ramas: (i) equipo tecnológico, el cual hace referencia a los avances en comunicaciones y los métodos computacionales cada vez más robustos y (ii) teoría financiera de cuantificación y medición de riesgo que contribuye a un mejor tratamiento para su administración.

En la *Tabla 2* se presenta el resumen cronológico de los principales aportes desde la teoría y las modelaciones computacionales sobre riesgo, desde 1938 hasta el presente. Puede verse que los mayores avances en materia teórica y computacional en el área de riesgo se han dado en los últimos veinte años. En la medida en que los sistemas computacionales han sido más eficientes en sus cálculos, se ha podido refinar la teoría. Además, ha sido posible adicionar nuevos supuestos y condiciones para avanzar en la comprensión del riesgo en un contexto de alta interdependencia de los mercados y los activos financieros.

Tabla 2.

Evolución de los desarrollos teóricos y computacionales para la administración del riesgo

Año	Desarrollo teórico o computacional
1938	Duración –bonos–
1952	Markowitz y Roy: optimización del portafolio –Media/Varianza–
1963	Modelo único factor β Sharpe

Año	Desarrollo teórico o computacional
1966	Modelo múltiples factores
1973	Modelo Black/Scholes, valoración opciones (griegos)
1983	RAROC, retorno ajustado por riesgo
1986	Límites a la exposición de acuerdo con criterios de duración y modelos GARCH
1988	Límites a los griegos, Basilea I (utilización derivados)
1992	Test de stress
1993	Valor en Riesgo (VaR)
1994	*RiskMetrics*
1997	*CreditMetrics*
1998	Integración de riesgo de crédito y mercado
2000	Cópula Gaussiana / Enterprice Risk Management
2007-2008	Riesgo sistémico y de liquidez

Fuente: adaptado y actualizado de Jorion (2006).

En la década de los setenta, el desarrollo más importante en términos prácticos fue el modelo para la valoración de opciones propuesto por Black-Scholes, en 1973. Éste, posteriormente, también se utilizaría para el diseño de coberturas que tiene gran aplicación en la actualidad (Merton, Simons y Wilkie, 1994).

A la luz de la burbuja de las compañías punto.com, se hizo evidente la inaplicabilidad de las técnicas tradicionales de valoración de empresas en el sector de tecnología e internet, razón por la que se propusieron algunos enfoques alternativos para realizarla. El valor del cliente de por vida –CLV por sus siglas en inglés de *Customer Lifetime Value*– fue sugerido por Gupta, Lehmann y Stuart (2004). Además, Ofek y Richardson (2003) también propusieron un enfoque basado en la utilización de tasas de interés de corto plazo que podría dar un mejor reflejo de la situación económica. Estas tasas han sido utilizadas en varios estudios para analizar la sobrevaloración de las empresas y las causas de una burbuja, como es el caso de Ofek y Richardson (2003), Battalio y Schultz (2006) y Boehme, Danielsen y Sorescu (2006). No obstante, aún no se ha desarrollado un método que permita pronosticar una posible burbuja antes de que se presente.

Corr también expone que la burbuja de las empresas punto.com fue uno de los determinantes de la generación de la teoría del más tonto o *Greater Fool Theory* propuesta por Cassidy (2003). Esta propuesta dice que es posible ganar dinero al comprar activos sin basarse en su valor intrínseco, sólo con la referencia del valor que se desea o se proyecta. Además sostiene que en épocas de euforia del mercado se puede incrementar el precio de una acción, lo que lo lleva a sobrevalorarse y a convertirse en una burbuja inminente.

Por su parte, Lo (2009) sostiene que la tecnología financiera ha tenido un impacto indeleble en el sistema financiero en los últimos veinte años, pero aunque generalmente se ha diseñado para reducir el riesgo, con las recientes innovaciones en productos financieros dicho impacto ha tendido a aumentar. Un caso concreto de este fenómeno se dio en la reciente crisis norteamericana, en la que los derivados de tasas de interés sirvieron como vehículos para transferir el riesgo de inversionistas privados hacia la economía global.

Por último, no debe desestimarse el aporte que ha hecho la econofísica al análisis de las dinámicas no lineales. Dicha disciplina ha contribuido en la resolución de problemas complejos como las crisis cambiarias o la medición de las relaciones de dependencia entre los mercados financieros o entre instrumentos financieros de un mismo mercado. En episodios de crisis o de alta volatilidad, dichas relaciones de dependencia cambian su mecanismo de transmisión de forma abrupta y producen lo que se ha denominado contagio financiero. Esto ha sido altamente estudiado a través del uso de correlaciones no lineales o dinámicas, tales como DCC –*Dynamic Conditional Correlation*– y sus variaciones, DECO –*Dynamic equicorrelation*–, el scalar BEKK y las cópulas dinámicas.

Nuevos instrumentos financieros, regulatorios e institucionales

Según Merton, Simons y Wilkie (1994), el éxito de los nuevos mercados comerciales e instrumentos financieros se da a través de un proceso conocido como la "innovación financiera en espiral". Ésta procede de la siguiente manera: la proliferación de nuevos mercados de negociación de valores estandarizados, tales como futuros, opciones y *swaps*, hace posible la creación de una amplia variedad de nuevos productos financieros, hechos a la medida para satisfacer las necesidades de inversionistas y emisores corporativos. A continuación, el volumen en los nuevos mercados se expande aún más, ya que los instrumentos se negocian simplemente para cubrir las necesidades de quienes los compran y venden.

Este aumento de volumen, a su vez, reduce los costos de transacción marginales y, por tanto, hace posible la aplicación de nuevos productos y estrategias comerciales, lo cual conduce a la negociación de volúmenes más altos. El éxito de estos mercados comerciales e instrumentos financieros fomenta la inversión en las innovaciones financieras y así, sucesivamente, se sigue una espiral que conduce a mercados completos y cero costos marginales de transacción. A su vez, esta misma curva de aprendizaje se cumple para la aplicación de modelos matemáticos en las finanzas.

Las innovaciones en instrumentos financieros, al igual que los avances teóricos, han estado vinculadas a los adelantos en las metodologías computacionales, lo cual ha permitido introducir elementos de otras teorías para el cálculo de las valoraciones y proyecciones. Asimismo, a medida que se ha permitido un mayor uso de los instrumentos financieros y se han explotado

más sus potencialidades, por ejemplo el uso de instrumentos estructurados, ha sido necesario ajustar la normatividad y las instituciones, para un mejor manejo y control de dichos avances.

De esta manera, las finanzas son una ciencia cada vez más interdisciplinaria. La Ingeniería Financiera se ha constituido en una herramienta para refinar los cálculos en la disciplina, al adaptar algunos elementos de las matemáticas y la estadística, como la teoría de la probabilidad, para el cálculo de los momentos de una serie y sus funciones de distribución. Esto ha permitido la aplicación de las finanzas al análisis de los mercados financieros y al ámbito corporativo.

Adicionalmente, se han adoptado conceptos del campo de la física. Incluso, se creó una línea denominada econofísica, que se ocupa de resolver con las metodologías de la física los problemas en economía y finanzas, con lo cual se ha logrado diseñar modelos físicos en finanzas que provienen de la incertidumbre, los procesos estocásticos y las dinámicas no lineales. Cada vez más se utilizan los movimientos brownianos, los procesos estocásticos Levy y Wiener, la teoría de fractales y los sistemas complejos en general. De esta forma, la estadística se constituye en la principal herramienta de la econofísica y contribuye a la realización de numerosos cálculos que anteriormente eran casi impensables.

Merton (1995) afirma que en las décadas de 1970 y 1980 los avances en instrumentos y actividades financieras estuvieron ligados a elementos micro-prudenciales, como los incumplimientos de deuda soberana por parte de algunos países y a las quiebras de algunas instituciones de ahorro, más que a elementos macro-prudenciales como las crisis financieras. Lo (2009) sostiene que la fuerte interdependencia actual de los mercados financieros puede generar espirales de la muerte, en las que altas correlaciones en épocas de crisis pueden llevar a movimientos de caída en cascada, que terminan en crisis financieras globales. Este fenómeno parece presentarse actualmente en los mercados financieros, pero, a su vez, ha brindado espacios para el diseño de nuevos instrumentos de cobertura, mediante productos estructurados que hagan frente a las crisis generadas por el riesgo sistémico al que se expone la economía global.

Según Ferguson (2008), dentro de las innovaciones institucionales más importantes en finanzas se encuentran los bancos, los mercados de valores, los mercados de bonos, los seguros y los derechos de propiedad. De acuerdo con este autor, las economías que combinan todas estas innovaciones institucionales han tenido un mejor desempeño en el largo plazo con respecto a las que carecen de ellas. El papel fundamental de dichas innovaciones es lograr una asignación más eficiente de los recursos. Por esta razón, no es del todo sorprendente que el modelo económico occidental tienda a extenderse en todo el mundo mediante el proceso de la globalización.

Lerner y Tufano (2011), citando a Merton (1992) y a Crane et. al. (1995), identifican seis innovaciones financieras que las instituciones deben incluir para su funcionamiento (i) el movimiento de los fondos a través del tiempo y el espacio, por ejemplo, las cuentas de ahorro; (ii) la

puesta en común de fondos como los fondos de inversión; (iii) la gestión de riesgos, por ejemplo, los seguros y los productos derivados; (iv) la extracción de información para apoyar la toma de decisiones, como los mercados que ofrecen datos sobre precios y probabilidades de incumplimiento; (v) abordar el riesgo moral y problemas de información asimétrica, por ejemplo, la contratación por empresas de capital riesgo (vi) facilitar la venta o compra de bienes y servicios a través de un sistema de pago, por ejemplo, dinero en efectivo, tarjetas de débito y tarjetas de crédito.

Existe un gran número de innovaciones financieras, tanto para consumidores, como para inversionistas. En la Tabla 3 se resumen algunas de ellas que han significado grandes avances para la realización de transacciones y, por tanto, han contribuido a la bancarización de los individuos.

Para los inversionistas individuales e institucionales, dentro de los instrumentos más modernos que ofrecen una amplia variedad de posibilidades de inversión y cobertura se encuentran los productos estructurados. Éstos pueden definirse como instrumentos de renta fija ligados a derivados financieros, que no suelen estar asegurados por un activo subyacente, sino por la calificación crediticia del emisor.

Tabla 3.

Ejemplos seleccionados de innovaciones financieras para consumidores, 1950-2012

Año	Innovación financiera
1949	Tarjeta de crédito Diners Club para viajes y entretenimiento
1950	Tecnología de reconocimiento magnético de caracteres –MICR por *Magnetic Ink Character recognition*–
1952	Anualidad variable de seguro de vida, introducida por *Teachers Insurance and Annuity Association* –TIAA– y *College Retirement Equities Fund* –CREF–
1958	Tarjetas de crédito American Express y *Carte Blanche* para viajes y entretenimiento
1965	El Banco Americard crea acuerdos con otros bancos –más tarde llamado VISA–
1970	Sistemas para el procesamiento de pagos electrónicos –IBM–
1972	Fondos mutuos del mercado monetario
1976	Fondos mutuos indexados –vanguardia–
1977	Seguro de vida universal
1980	Tarjetas débito, hipoteca de tasa ajustable y títulos de autopréstamos
1984	Fondo de supermercados –*Schwab*–
1985	Préstamos para automóviles titulizados y *Treasury* STRIPS
1986	Tarjetas de crédito titulizadas
1987	Credit Default Indexados
1990	Pago de facturas electrónicas
1995	Bancos en internet –*Security First Network Bank*–

Año	Innovación financiera
1999	Pagos en línea –*Paypal*–
2000	Banca Móvil –Harris Bank–
2001	Tarjetas de nómina
2006	Peer préstamos –*Lending Club, Prosper*–

Fuente: Lerner y Tufano (2011)

Gran parte de estos productos son títulos de deuda. Según Mascareñas (1995), han crecido rápidamente desde su introducción en los mercados financieros en 1985. Surgieron por la necesidad de innovar en cuanto al diseño de productos financieros, dado que los inversionistas exigen soluciones cada vez más complejas para cubrir sus necesidades. Por ejemplo, mediante éstos pueden obtenerse instrumentos financieros que ofrezcan rentabilidades más altas a las vigentes en el mercado y en los cuales puede estructurarse el riesgo de acuerdo con el perfil del inversionista; también son muy útiles para el diseño de coberturas.

Para Mascareñas (1995) existen tres tipos de productos estructurados: (i) de primera generación que son los menos complicados de diseñar y cuyo éxito radica en la facilidad de comprensión por todas las partes implicadas. Se caracterizan, porque su estructura contiene únicamente un índice de tipos de interés variables. La fecha de vencimiento de este índice debe coincidir con la frecuencia de los pagos y liquidaciones del producto estructurado. El índice de tipos variables y el producto estructurado deben estar denominados en la misma moneda y este último puede contener *caps* o *floors* o ambos sobre el índice subyacente, pero no opciones exóticas o no convencionales.

(ii) De segunda generación: son más complejos que los de primera generación, pero pueden proporcionar un mejor rendimiento, pues incorporan un mayor riesgo de interés y volatilidad. Las fechas de liquidación del índice y del producto no necesariamente coinciden. El interés pagado por el activo financiero es función de la combinación de varios índices. En algunos productos estructurados es posible incluir las opciones exóticas. El índice o índices utilizados como referencia no tienen por qué estar denominados en la misma moneda que los cupones pagados y da la posibilidad de elevadas cotas de apalancamiento.

Por último, (iii) de tercera generación, cuyas estructuras permiten a los inversionistas asignar y reasignar activos a la medida, sin las complicaciones de negociar directamente en los mercados subyacentes, pero asumen riesgos de mercado. Está conformada por los denominados bonos con categorías cruzadas o *cross-category notes* y surgieron a finales de los años noventa con el objeto de crear estructuras apoyadas en índices del mercado de renta variable. El objeto fue obtener rendimientos que no estuvieran basados en índices de renta fija doméstica debido a las crisis de deuda que habían afrontado muchos países en las décadas de 1970 y 1980.

Los productos estructurados de tercera generación se basan en la consecución de uno de los siguientes tres objetivos: arbitraje del capital con riesgo que surge en respuesta a Basilea I, requerimientos de cobertura y asignación de activos, que adquieren estructuras de categorías cruzadas de varios países sin riesgo cambiario implícito. Las cuatro categorías de estos productos son: a) cupones indexados a divisas, b) cupones indexados a activos físicos, c) cupones ligados a índices de renta variable y d) cupones indexados a renta fija.

Lerner y Tufano (2011) identifican que la adopción de las innovaciones financieras tienen ciertas características que las distinguen y que dificultan su introducción o adopción, como por ejemplo: (i) el requerimiento de grandes sumas de capital para su desarrollo y difusión, debido a que el trabajo de investigación y desarrollo es más costoso; (ii) una emisión de otras innovaciones en la medida en que cada una tiende a introducir riesgo en el mercado; (iii) las innovaciones financieras ponen al descubierto cuáles son las instituciones posicionadas y competitivas y cuáles son las que se adaptan al mercado como simples seguidoras de tendencias; (iv) las instituciones que financian investigación y desarrollo se ven cada vez más en la necesidad de generar cláusulas de protección intelectual, para que puedan justificar sus altas inversiones en investigación.

Adicionalmente, según Lerner y Tufano (2011), la relación entre las innovaciones y la regulación es compleja, debido a que puede ir en ambos sentidos. Así, las regulaciones pueden generar la creación de muchas innovaciones financieras en la medida que los inversionistas buscan oportunidades en los vacíos normativos. Esto da lugar a que los legisladores impongan nuevas regulaciones y cada una de éstas da lugar a nuevas oportunidades para la innovación.

La globalización también ha permitido el arbitraje regulatorio, que consiste en que una empresa financiera con presencia en diferentes países decide bajo qué supervisor es más conveniente estar. Ésta elije, generalmente, la legislación más débil y expone a las instituciones que practican esta actividad a situaciones de quiebra que pueden desencadenar en crisis. Por ejemplo, Lehman Brothers hizo arbitraje regulatorio internacional por la menor regulación en Londres y cuando se presentó la crisis *Subprime*, en el 2007, sus principales pérdidas se debieron a esta decisión. Por esta razón se han sentado bases para la estandarización internacional de la regulación financiera.

En la *Tabla 4* se resumen las regulaciones más destacadas en el entorno financiero internacional, en las que se evidencian los esfuerzos de estandarización de la regulación financiera, como Basilea. Según Cannata y Quagliariello (2009), ésta tenía grandes vacíos como el inadecuado tratamiento del riesgo de crédito, la falta de medidas de sensibilidad al riesgo de contraparte y los débiles incentivos a los bancos para desarrollar y fortalecer los sistemas de gestión de riesgos. Estos límites, junto con la innovación financiera, dieron lugar a importantes oportunidades de arbitraje regulatorio, razón por la cual se requirió un nuevo marco regulatorio, Basilea II.

En Basilea II se propuso una normatividad prudencial más coherente con la evolución de los mercados financieros y con una mejor visión del riesgo bancario al brindar mayor flexibilidad para gestionar el riesgo de sus respectivos portafolios. Esta regulación, aunque también presentaba vacíos, según Cannata y Quagliariello (2009), poco tuvo que ver en la crisis *Subprime* de Estados Unidos de 2007 a 2009. Basilea III es la respuesta a las debilidades regulatorias que pusieron al descubierto esta crisis, en la que se evidenciaron las interconexiones entre el sector financiero y el resto de la economía y se puso en entredicho el funcionamiento legislativo a nivel macroeconómico. Esta última norma apunta a dar soluciones a estas problemáticas al imponer límites al apalancamiento.

Tabla 4.

Evolución de las regulaciones más destacadas en el entorno financiero internacional

Año	Desarrollo legislativo
1996-2000	Basilea I
2000-2008	Basilea II
2010-2011	Basilea III

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la crisis *Subprime* de 2007 a 2009, la crisis de Islandia en 2008 y la crisis europea actual de 2010 a 2012 hay un componente enorme de riesgo moral por parte de las calificadoras de riesgo; estas últimas son instituciones que también han surgido como resultado de las innovaciones financieras, sin mencionar el papel cada vez más activo de los bancos centrales y los ministerios de economía. Los elementos de riesgo moral son difíciles de cuantificar o estimar en los modelos de control de riesgo basados en herramientas cuantitativas y se constituyen en un reto para los desarrollos financieros futuros.

Puede verse que este ámbito regulatorio internacional ha tenido profundos avances en los últimos años y ha estado enmarcado por un contexto de crisis; sin embargo, el mecanismo de transmisión ha sido cuestionado, pues la evidencia empírica apunta a una espiral de regulación, innovación y crisis que se retroalimenta, idea consistente con Lerner y Tufano (2011). Dicha espiral se origina a partir de las regulaciones, pues ellas generan las innovaciones para tratar de aprovechar los vacíos regulatorios; como consecuencia, surgen las crisis, como fue el caso de la *Subprime*. En esta última etapa, el papel de los gobiernos ha sido crucial para aminorar las consecuencias negativas en sus economías. Cannata y Quagliariello (2009) dan argumentos para soportar esta afirmación, pero lo cierto del caso es que, sea cual sea el mecanismo de transmisión, el

conjunto de fenómenos recientes ha contribuido a grandes desarrollos en todas las áreas de la Ingeniería Financiera.

A manera de conclusiones

Aunque las crisis financieras no son un tema exclusivo de los tiempos recientes, los factores que han llevado en los últimos veinte años a tales fenómenos están muy ligados a la fuerte integración de los mercados financieros. Ésta se ha hecho más aguda debido a los avances en las tecnologías de la información que han permitido que cualquier evento se transmita y se conozca más fácil y rápidamente en todos los mercados.

Las últimas crisis han sido más frecuentes en los sectores inmobiliario y de los mercados bursátiles y su número ha sido mayor en los últimos veinte años con las burbujas inmobiliarias en los países asiáticos –1985 a 1989 y 1992 a 1997– y la crisis *Subprime* de Estados Unidos –2007-2009–. Dichas crisis han mostrado las debilidades existentes en las instituciones y el marco regulatorio, razón por la cual se han visto cada vez más esfuerzos para regular los mercados y hacer frente a los diferentes riesgos que pueden presentarse, incluido el riesgo sistémico.

Las innovaciones financieras han estado vinculadas a los avances en las metodologías computacionales que han permitido introducir elementos de otras teorías para el cálculo de las valoraciones y proyecciones, en general. No obstante, cabe recordar que las inversiones en investigación y desarrollo son costosas y requieren tiempo para su adaptación en los mercados. Por esta razón aún son escasas las instituciones que, mediante la utilización de las técnicas propias de la Ingeniería Financiera, se han puesto en la tarea de generarlas, lo que deja al descubierto el costo de oportunidad que involucra la implementación de innovaciones financieras.

Asimismo, a medida que se ha permitido un mayor uso de los instrumentos financieros y se han explotado más sus potencialidades, también se ha dado espacio al surgimiento de crisis. Por ejemplo, el uso de instrumentos estructurados ocupó un lugar importante en la crisis *Subprime* de Estados Unidos de 2007 a 2009. Esto permitió la elaboración de ajustes a la normatividad y a las instituciones para un mejor manejo y control de dichos avances.

La evidencia empírica apunta a que actualmente se da una espiral de regulación, innovación y crisis que se retroalimenta, en la cual el papel de los gobiernos ha sido crucial para aminorar las consecuencias negativas en sus economías. Así pues, no todo lo evidenciado en las crisis ha sido negativo, pues también se han provocado fuertes avances teóricos; en las metodologías de estimación de riesgos se han creado nuevos instrumentos financieros, instituciones y regulaciones que han hecho grandes aportes a la Ingeniería Financiera como disciplina.

Bibliografía

Battalio, R. y Schultz, P. (2006). Options and the Bubble. *The Journal of Finance*, 61(5), 2071-2102.

BBVA. (2012). *Situación Global*. Tercer trimestre 2012. BBVA Research.

Blanchard, O. (2012). *El mundo ante una débil recuperación económica*. Recuperado de: <http://blog-dialogoafondo.org/?p=2054>

Boehme, R. D., Danielsen, B. R., y Sorescu, S. M. (2006). Short-sale constraints, differences of opinion, and overvaluation. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 41(02), 455-487.

Cabrera, O. (2008). *La crisis económica en los Estados Unidos. Una oportunidad para mirarnos.* México: Casa y Ciudad, AC.

Cannata, F. y M. Quagliariello (2009)., *The Role of Basel II in the Subprime Financial Crisis: Guilty or Not Guilty?* CAREFIN Research Paper No. 3/09. Recuperado de: https://ssrn.com/abstract=1330417.

Cassidy, J. (2003). *Dot.com: How America Lost Its Mind and Money in the Internet Era*. Nueva York: Harper Collins Publishers.

Corr, T. A. (2007). Boom, Bust, Boom: Internet Company Valuations - From Netscape to Google. *The Financier*, Vol. 13/14, 66-84.

Dooley, M. P., Folkerts-Landau, D., y Garber, P. (2004). *The revived Bretton Woods system: the effects of periphery intervention and reserve management on interest rates and exchange rates in center countries.* Recuperado de: http://econpapers.repec.org/paper/nbrnberwo/10332.htm

Falch, F. y Papa, M. (2012). *Emergence of a second Dot-Com boom? An assessment of indications for overvalued Internet firms and the risk of another Dot-Com bubble.* Lund University, Department of Business Administration. Recuperado de: http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=2740541&fileOId=2740549

Ferguson, N. (2008). *The ascent of money: A financial history of the world.* Londres: Allen Lane.

Feridun, M. (2005). Russian financial crisis of 1998: An econometric investigation. *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, 1(4), 113-125.

Flood, R. y P. Garber (1984). "Collapsing exchange rate regimes: some linear examples", *Journal of International Economics,* 17 (1-2): 1-13.

Frexedas, O. y Vayá, E. (2005). Financial contagion between economies: an Exploratory Spatial Analysis. *Estudios de economía aplicada*, 23(1), 151-166.

Girón, A. (2002). *Crisis financieras: México, Rusia, Brasil, Turquía*. México. México: U.N. México, Ed.

Gupta, S., Lehmann, D. R., y Stuart, J. A. (2004). *Valuing customers. Journal of marketing research,* 41(1), 7-18.

Herrarte Sánchez, A., Medina Moral, E., y Vicéns Otero, J. (2000). *Modelos de crisis financieras.* Universidad Autónoma de Madrid, Instituto LR Klein--Centro Gauss.

Kasri, R. (2011). *Explaining the Twin Crises in Indonesia*. Documentos de trabajo sobre Economía y Negocios, University of Indonesia, Faculty of Economics.

Kindleberger, C. y Aliber, R. (2005). *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises* (5 ed.). Hoboken: John Wiley and Sons.

Kraay, A., y Ventura, J. (2007). The dot-com bubble, the Bush deficits, and the US current account. *In G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment* (pp. 457-496). University of Chicago Press.

Krugman, P. (1994). The Myth of Asia's Miracle. *Foreign Affairs*, 73(6), 62.

Lerner, J., y Tufano, P. (2011). The consequences of financial innovation: a counterfactual research agenda. *Annu. Rev. Financ. Econ.*, 3(1), 41-85.

Lo, A. W. (2009). Regulatory reform in the wake of the financial crisis of 2007-2008. *Journal of Financial Economic Policy*, 1(1), 4 – 43.

Marín N. J y Fernández, H. (2012). *Medición del contagio financiero de la crisis subprime en Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México: análisis bajo el enfoque de cópulas*. Mimeo.

Mascareñas, J. (1995). Productos Financieros Estructurados: Análisis y estudio de su cobertura. *Actualidad Financiera,* 31, 1155-1173.

Masson, P. (1999). *Multiple equilibria, contagion, and the emerging market crises*. IMF, Ed., 25 (9).

Masson, M. P. R. (1999). *Multiple equilibria, contagion, and the emerging market crises* (No. 99-164). International Monetary Fund.

Merton, R. (1995). Financial innovation and the management and regulation of financial institutions, *Journal of Banking & Finance*, 19 (3-4), 461-481.

Merton, R. C., Simons, R. V. y Wilkie, A. D. (1994). Influence of Mathematical Models in Finance on Practice: Past, Present and Future [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences,* 347(1684), 451-463.

Minsky, H.P. (1982). The Financial-instability Hypothesis: Capitalist Processes and the Behaviour of the Economy, in *Financial Crises: Theory, History, and Policy,* ed. by C.P. Kindleberger and J.-P. Laffargue (Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press), 13-39.

Neal, L. D. y Weidenmier, M. D. (2003). Crises in the global economy from tulips to today. *Globalization in historical perspective* (pp. 473-514). Chicago: University Of Chicago Press.

Ofek, E., y Richardson, M. (2003). Dotcom mania: The rise and fall of internet stock prices. *The Journal of Finance,* 58(3), 1113-1137.

Radelet, S. y J. Sachs. (1998). The east asian financial crisis: Diagnosis, remedies, prospects. *Brookings Papers on Economic Activity,* 29(1), 1-90.

Forbes, K. J. y Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The Journal of Finance,* 57(5), 2223-2261.

Frexedas, O. y Vayá, E. (2005). Financial contagion between economies: an Exploratory Spatial Analysis. *Estudios de economía aplicada*, 23(1), 151-166.

¿Cómo ha asimilado el sistema financiero colombiano los avances que históricamente se han logrado en el entorno financiero internacional?

05

Nini Johana Marín Rodríguez[1] «

Introducción

Según Allen y Gale (2001), aunque la función principal de un sistema financiero es la transferencia de recursos entre hogares y empresas, los gobiernos también juegan un papel importante en dicho sistema. Ellos son los mayores prestatarios, particularmente en tiempos de guerra, recesión o cuando se realizan grandes proyectos de infraestructura. Además, la normatividad impositiva ocupa un lugar importante en el desarrollo o atraso de su sistema financiero. Por tal razón, al hablar de éste, se aborda una significativa interrelación económica entre todos los agentes económicos con importantes repercusiones sobre el crecimiento económico.

En ese orden de ideas, la importancia que tiene el sistema financiero de un país para el crecimiento económico ha sido un tema de amplio debate. Según Rajan y Zingales (2001) dicha discusión se remonta a Schumpeter (1934), quien con su teoría del desarrollo económico enfatizó en la influencia positiva que tiene el sector financiero de un país para mejorar sus tasas de crecimiento e incrementar su ingreso *per capita*. El principal argumento era que los servicios que provee dicho sector para la asignación de recursos y riesgos

1. Candidata a Doctora en Economía de la Universidad del Rosario. Magíster en Economía y Economista de la Universidad de Antioquia. Profesora de tiempo completo del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad de Medellín. Correo electrónico: njmarin@udem.edu.co.

de manera conveniente son un motor importante para el buen desempeño económico. No obstante, autores como Lucas (1988) sostienen que dicho impacto económico positivo del sector financiero ha sido sobrestimado, aunque no da razones para demostrar su hipótesis y argumenta que no era ese el objeto de su análisis.

Existen diversos estudios empíricos que, mediante métodos cuantitativos, han demostrado el significativo nexo que existe entre los mercados financieros y la actividad económica de un país. Por ejemplo, King y Levine (1993) hicieron un análisis de 80 países para el período de 1960 a 1989, con el fin de explicar la manera en que el sistema financiero afectaba el crecimiento de largo plazo. Encontraron que el componente de desarrollo financiero está fuertemente relacionado con las tasas futuras de crecimiento económico, la acumulación de capital físico y las mejoras de eficiencia económica. Asimismo, otro gran número de estudios comprueban empíricamente esta relación para varios países. Existen diversas críticas para la modelación empírica, como la unión estrecha entre el mercado financiero y el crecimiento económico y la posible relación de anticipación que puede presentarse entre estas dos variables debido a que la actividad financiera es un buen indicador para proyectar, en cierta medida, el crecimiento económico[2].

El sector financiero colombiano ha incorporado los avances en el entorno financiero internacional desde distintos frentes como la modernización de los productos financieros existentes, las reformas en el marco regulatorio y la introducción de herramientas de vanguardia, con miras a mejorar el funcionamiento de sus mercados. Lo anterior ha permitido modernizar la estructura de su sistema financiero a través del avance en sus procesos y el acercamiento a la estandarización internacional. Estas medidas han contribuido, en gran parte, al crecimiento económico del país, dado que han posibilitado la entrada de nuevos inversionistas y han creado nuevas alternativas para que las empresas financien sus proyectos.

Este texto presenta una mirada sobre la implementación en Colombia de los avances en el entorno financiero internacional. El análisis parte de una revisión de la inversión en infraestructura, como potenciadora de crecimiento y alternativa propicia para el desarrollo y profundización del sistema financiero y continúa con un examen de cómo la estandarización de la normatividad financiera es relevante para el desarrollo económico. El objetivo final de la revisión que se hará de la literatura es poner al descubierto los retos que aún persisten en el sistema financiero, los cuales imponen barreras a su dinámica de crecimiento.

2. Para ampliar este tema véanse en Keynes (1936) Breves consideraciones sugeridas por la Teoría General, Libro VI, Capítulo 22, Notas sobre el ciclo económico.

El capítulo está dividido en cuatro partes. En primer lugar, se hablará del desarrollo de los activos de infraestructura en Colombia y su impacto en el sistema financiero. En segundo lugar, se abordará el desarrollo del sistema financiero colombiano y se hará énfasis en sus principales mercados. A continuación, se expondrán las medidas institucionales y legislativas que ha adoptado el sistema financiero colombiano para hacer frente al entorno económico mundial. Luego, se analizarán algunos retos de dicho sistema como táctica para mejorar su estructura a nivel nacional y sus estrategias de inserción en el mercado global. Por último se presentarán unas conclusiones.

Desarrollo de los activos de infraestructura en Colombia

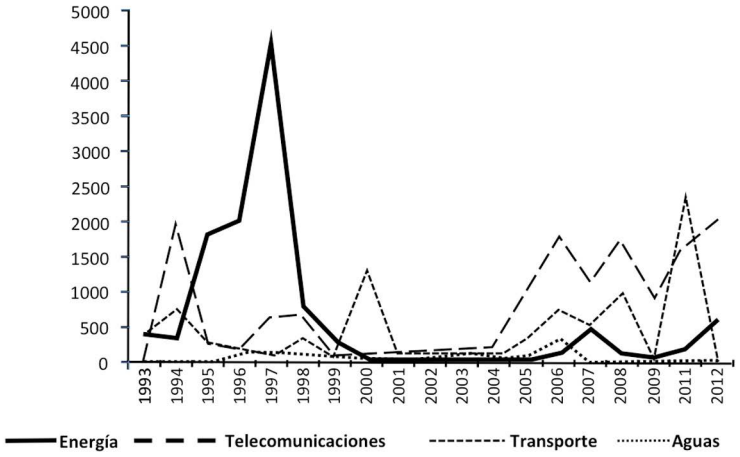
Según un estudio realizado por la OCDE (2006) sobre infraestructura hacia 2030, la inversión en esta materia constituye la base para gran parte de la actividad económica en la actualidad y contribuye al incremento de la calidad de vida de los habitantes. El análisis busca evaluar el desempeño esperado de la inversión en infraestructura, al establecer los posibles efectos negativos que deben tenerse en cuenta. Asimismo, hacer recomendaciones para mejorar el marco institucional, de tal manera que se generen condiciones propicias para dicha inversión. En línea con este análisis, en este apartado se busca identificar cómo ha asimilado el sector financiero los cambios internacionales en esta materia y qué oportunidades puede ofrecer este tipo de inversión para el fortalecimiento del sector.

Caiteachais y Athchóirithe (2011) identifican cuatro sectores estratégicos para la inversión en infraestructura de mediano y largo plazo que permiten la modernización y competitividad de un país: (i) infraestructura económica que se refiere a la inversión en vías de transporte, provisión de energía y telecomunicaciones; (ii) sector productivo y capital humano que va encaminada hacia el crecimiento empresarial de un país, dado que involucra investigación y desarrollo e infraestructura educativa; (iii) infraestructura ambiental, incluidos los sistemas de provisión y tratamiento de aguas, con miras a un medio ambiente autosostenible; (iv) inversión social en programas de salud y vivienda.

ANIF y Deceval (2009) describen que la inversión en infraestructura tiene cinco características: (i) necesita períodos de larga gestación, de tres a cinco años y duración, de diez a treinta años; (ii) requiere grandes sumas de capital y de alto riesgo; (iii) depende en gran medida del marco regulatorio; (iv) involucra bienes y servicios necesarios con pocos sustitutos cercanos; (v) se centra en activos inamovibles e indivisibles. Por esta razón, dicha inversión se ha delegado principalmente al Estado, lo cual hizo que los países en desarrollo presentaran atrasos en esta materia durante las décadas de los años 1950 a 1980, debido a la falta de experiencia de los administradores públicos.

Figura 1.

Inversión privada en infraestructura en Colombia, 1993-2011
(En millones de dólares constantes de 2010)



Fuente: PPI Banco Mundial

Asimismo, ANIF y Deceval (2009) sostienen que el comienzo de la inversión privada en infraestructura en Colombia se dio a través del marco de concesiones en materia de servicios públicos, mediante la Ley 80 de 1993 y las leyes 142 y 143 de 1994. Como puede verse en la *Figura 1*, los sectores que más se beneficiaron fueron los de energía, tras los apagones que se vivieron en la época y el de telecomunicaciones, una vez el Estado privatizó sus entidades y se generó el espacio para una mayor participación del sector privado.

Para Bancolombia (2011) existen diferentes casos de referencia internacional que podrían implementarse en el país y que, además, sirven de marco para dinamizar la emisión de bonos de infraestructura en Colombia. Los CAO –Certificados de Avance de Obra– han sido un mecanismo exitoso en Perú que consiste en el otorgamiento al concesionario o constructor de una obra, el derecho de recibir n pagos en el tiempo t. Asimismo, le permite a la Nación diferir los pagos una vez se cumplan los plazos.

Los CEPAC –Certificados de Potencial Adicional de Construcción– son títulos valores inmobiliarios negociados en la Bolsa de Sao Paulo, cuyo tenedor tiene el derecho de edificabilidad adicional a lo establecido en los planes de ordenamiento territorial. Estos mecanismos pueden ser de amplia aplicación para la construcción de autopistas urbanas y de sistemas de transporte masivo en el país.

La inversión en infraestructura ha permitido el desarrollo del sistema financiero colombiano, en la medida en que las grandes necesidades de capital involucran diferentes fuentes de financiamiento como préstamos, emisión de bonos y titularizaciones. Según Bancolombia (2011), tradicionalmente la financiación privada de los grandes proyectos de infraestructura se ha hecho

por medio del mercado bancario. No obstante, el mercado de capitales ofrece importantes ventajas tales como liquidez, tasas de interés competitivas y diferentes plazos de inversión.

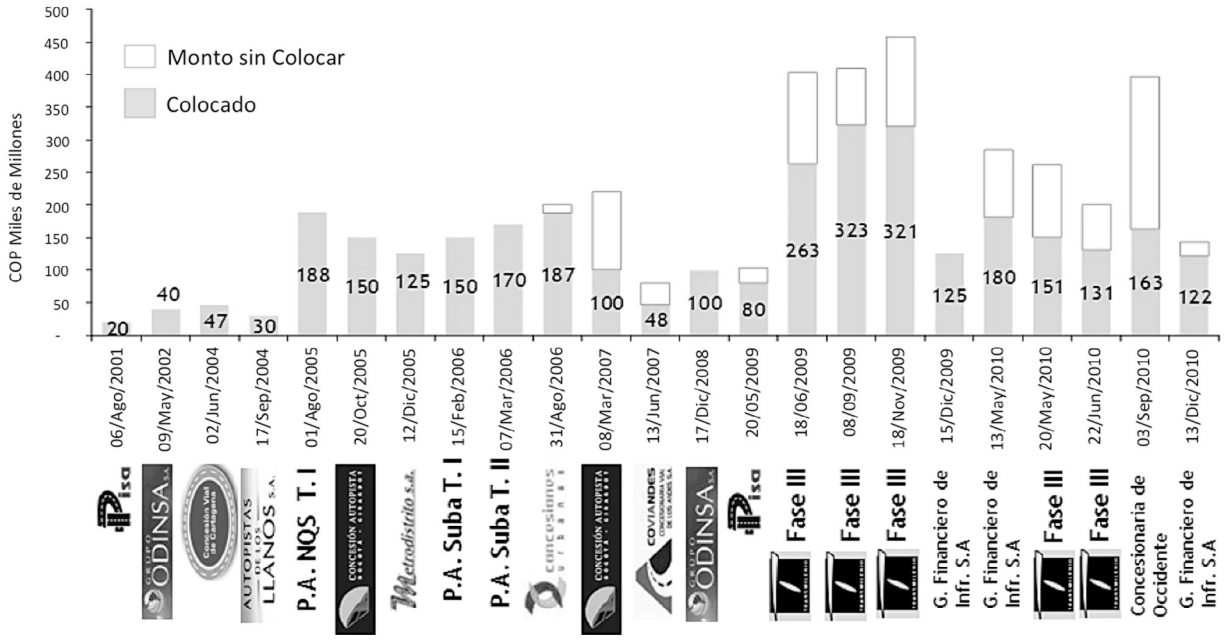
El sector público, con las vigencias futuras aprobadas, desarrollará importantes proyectos de infraestructura, entre los que se destacan: la Ruta del Sol, los sistemas integrados de transporte masivo, la Transversal de las Américas –sector 1–, la autopista Bogotá-Villavicencio, los corredores arteriales complementarios de competitividad, las autopistas de la Prosperidad y el túnel de La Línea, entre otros. Estas obras se constituirán en un importante mecanismo de expansión para los diferentes mercados del sistema financiero nacional.

Asimismo, con la Ley 1508 de enero de 2012, relativa a las asociaciones público-privadas (APP), se busca que el capital privado se vincule a la provisión de bienes públicos y servicios relacionados; se estima que con dicha ley se fomentará la transferencia y dispersión del riesgo, en la medida en que permite la participación de la banca de inversión en la gerencia de los proyectos y la asociación entre los constructores, los operadores y los financiadores, lo que estimula la inversión en infraestructura.

Para lograr el fin anteriormente expuesto se constituirán patrimonios autónomos y se podrán comprometer vigencias futuras de la Nación. No obstante, se requieren esfuerzos adicionales para garantizar la participación del sector financiero. La financiación de obras de infraestructura por medio de la emisión de bonos es difícil, por los grandes riesgos de la construcción y las bajas calificaciones de riesgo, sin embargo, se han logrado avances en dichas colocaciones.

Figura 2.

Colocaciones de bonos en el sector de infraestructura, 2001-2010.
(miles de millones de dólares)



Fuente: Superfinanciera. Cifras a diciembre de 2010.

En la *Figura 2* se presentan las colocaciones de bonos en el sector de infraestructura y se puede apreciar que, especialmente en el de infraestructura vial, se ha hecho un gran uso de este recurso como medio de financiación. Ahora se indagará sobre el desarrollo que ha tenido el sistema financiero colombiano, no sólo como resultado de las inversiones en infraestructura, sino también por los numerosos avances que se han incorporado, al coadyuvar con la profundización del mismo.

Desarrollo del sistema financiero colombiano

El impacto del contexto financiero internacional en cada uno de los mercados e instituciones que conforman el sistema financiero local ha sido diferenciado. En las últimas dos décadas, el sistema financiero colombiano tuvo una serie de transformaciones producto de la liberalización financiera, en la cual se han adoptado esquemas internacionales. Puede mencionarse el fortalecimiento de la regulación prudencial, la conversión de un número importante de sociedades en establecimientos de crédito y el aumento en los requerimientos de capital, entre otros.

Con miras a incrementar el nivel de bancarización de los colombianos, se han implementado reformas financieras como la certificación diferencial de los límites a las tasas de interés, la modificación a la comisión de microcrédito y el aumento en la exención del cuatro por mil para retiros en cuentas de ahorro. A continuación, se analizará, de forma más detallada, cuáles han sido los avances que se han presentado en los diferentes mercados e instituciones del sistema financiero.

La banca comercial

En el año 2006, la banca comercial colombiana incursionó en el modelo de corresponsales no bancarios. Este esquema ha sido adoptado por otros países latinoamericanos como Guatemala, Ecuador, Perú, México y Venezuela; el pionero fue Brasil, que lo inició en 1973. Dicho modelo ha facilitado que establecimientos de crédito presten sus servicios a través de terceros, conectados mediante sistemas de transmisión de datos, previamente autorizados, identificados y con todas las condiciones definidas; el objetivo radica en llegar a sectores de la población que actualmente no cuentan con ningún tipo de presencia bancaria. De esta manera, la bancarización en Colombia más allá de concentrarse en la tenencia de cuentas de ahorro o de otro tipo en un banco comercial, se ha enfocado hacia la utilización de productos adyacentes; son ejemplos los giros, las cuentas en cooperativas, las tarjetas de crédito en grandes superficies comerciales o las tarjetas de fidelización de importantes cadenas de almacenes, como Éxito y Falabella, entre otros.

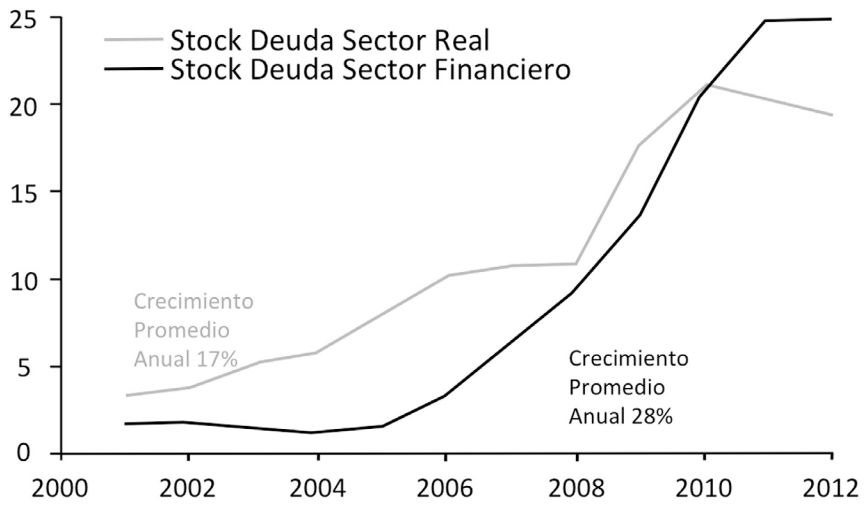
Además, se autorizó la creación de un banco que promoviera el acceso al crédito y otros servicios financieros a las familias de menores ingresos, micro, pequeñas y medianas empresas y emprendedores: el llamado Banco de las Oportunidades. Éste se encuentra enmarcado dentro de la política de largo plazo del Gobierno Nacional, dirigida a lograr el acceso a servicios financieros para la población de bajos ingresos, con el fin de reducir la pobreza, promover la igualdad social y estimular el desarrollo económico en Colombia.

Para la Asobancaria (2012a), la banca comercial, a partir de estándares internacionales, ha realizado grandes inversiones en tecnología, lo cual ha permitido poner a disposición de los usuarios información clara y oportuna, relacionada con las características, costos y funcionamiento de los productos y servicios financieros que ofrecen. Así, los bancos hacen uso de las nuevas tecnologías disponibles para mejorar la atención de sus usuarios en cuatro frentes distintos (i) en el desarrollo de nuevos productos y servicios; (ii) en su promoción; (iii) en la comunicación e información a los clientes y (iv) en la seguridad de los servicios y transacciones que presta.

Según la Asobancaria (2012a), hoy en día los desarrollos tecnológicos e innovaciones permiten que la actividad de los bancos trascienda de la mera intermediación financiera, que consistía sólo en la captación de recursos, para pasar a ser un ente colocador. Estas instituciones son hoy, mucho más que antes, plataformas de pago, recaudo y transacciones, que promueven la actividad económica y facilitan la vida de las personas, las empresas y el Estado. Según Corficolombiana (2012), el mercado de capitales desintermediado se ha convertido, cada vez más, en un mecanismo de financiación bancaria, lo cual se puede ver en la *Figura 3*.

Figura 3.

Deuda Corporativa, 2000-2012.

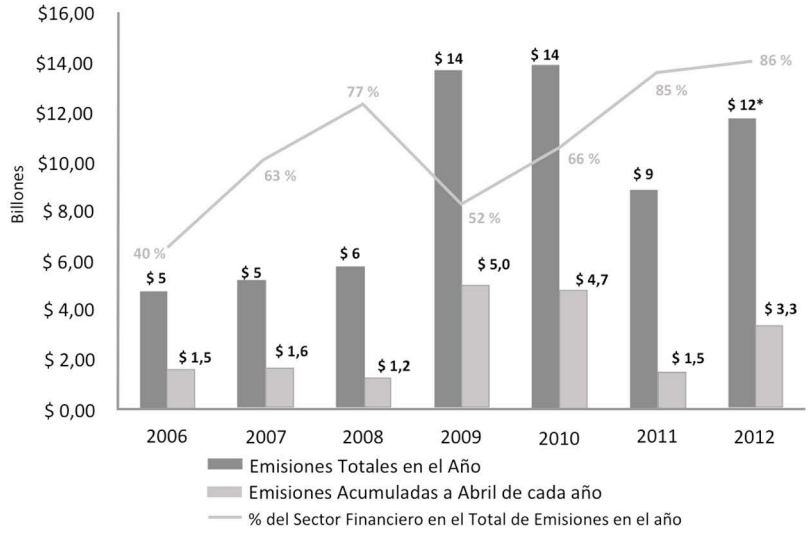


Fuente: Tomado de Corficolombiana (2012).

A su vez, las emisiones del sector financiero han tenido una senda estable de crecimiento (ver *Figura 4*) lo que ha permitido que se constituya como un sector clave dentro del mercado de capitales por su amplia dinámica. Por tal razón, éste se consolida como financiador y cliente del sector financiero y se hace cada vez más notable la interdependencia entre los mercados e instituciones del sistema financiero.

Figura 4.

Emisiones del sector financiero, 2006-2012



*Sector financiero a abril de 2012. Estimación Grupo Bancolombia emisiones corporativas al cierre de 2012.

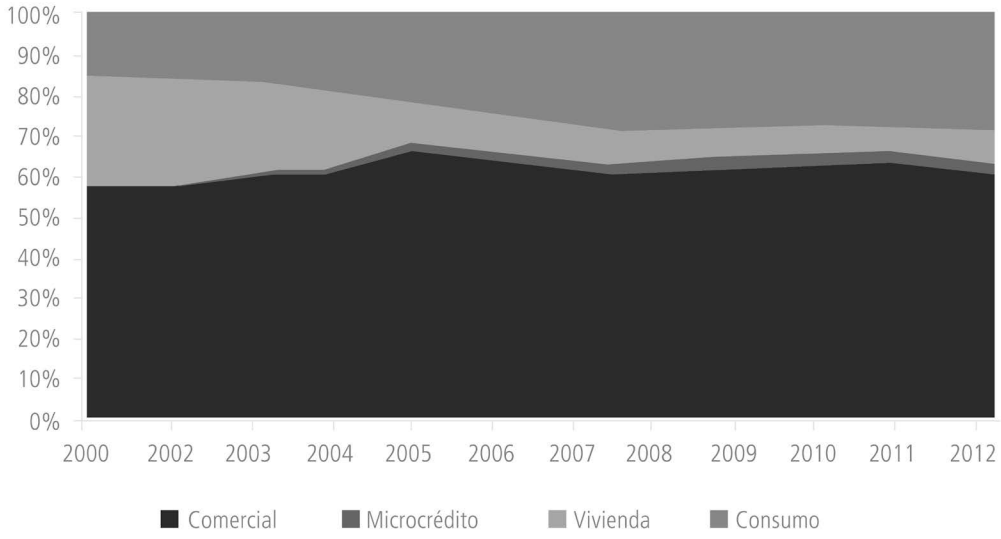
Fuente: Grupo Bancolombia, BVC.

El mercado de capitales

La adopción del esquema de inflación objetivo del Banco de la República, ha establecido un ambiente propicio para el desarrollo del mercado de capitales colombiano, pues pasó de un 20% aproximadamente entre 1970 y 1999 a un 5% aproximadamente en el período de 2000a 2012. Esto se ha reflejado en importantes avances en los distintos mercados.

Figura 5.

Profundización financiera en Colombia, 2000-2012



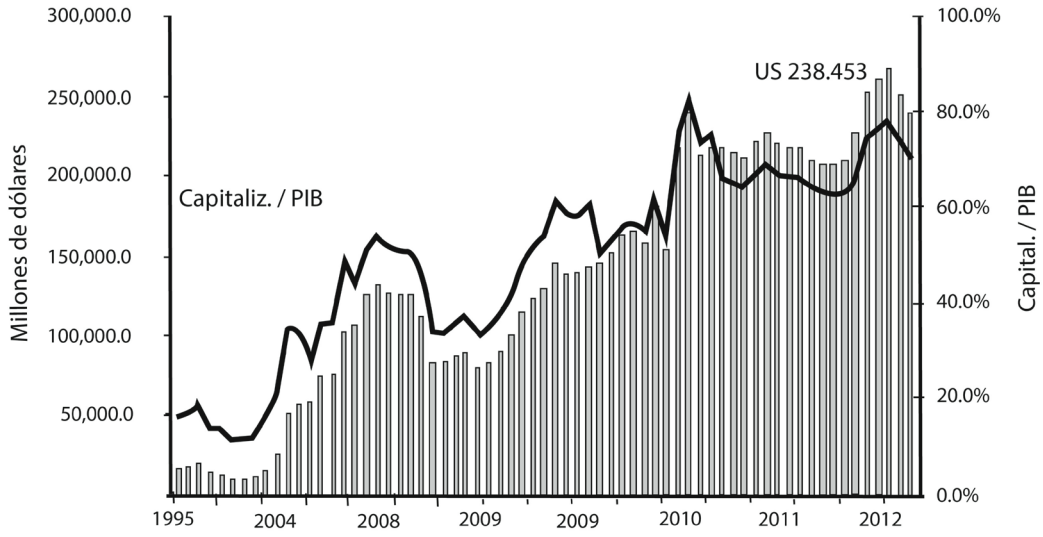
Fuente: DANE y Superfinanciera de Colombia. Tomado de Superfinanciera de Colombia (2012a).

Según ANIF y Deceval (2011), en los últimos años se han dado en Colombia avances en la profundización financiera del mercado de capitales. Así, por ejemplo, en un reporte de actualidad del sistema financiero colombiano que elaboró la Superintendencia Financiera de Colombia (2012a), se destaca que durante el último año la profundización financiera aumentó para todas las modalidades de crédito. Se destacan principalmente las de vivienda y consumo, carteras brutas que mostraron un crecimiento real anual a junio de 2012 de 21,52% y 17,43%, respectivamente; estas cifras se presentan en la *Figura 5*.

Por su parte, la capitalización bursátil aún es baja si se compara la dinámica del mercado de capitales colombiano con la de la región latinoamericana, aunque también ha experimentado importantes progresos. En la *Figura 6* se presenta la capitalización bursátil que ha experimentado la economía colombiana en tiempos recientes.

Figura 6.

Capitalización bursátil en Colombia, 1995-2012



Cifras a junio de 2012. Desde diciembre de 2002 se toma la metodología de la BVC que incluye el total de los emisores inscritos en bolsa; en los años anteriores la de Supervalores sólo incluía los valores sobre los que efectivamente se realizaban operaciones.

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia (2012b).

Renta fija

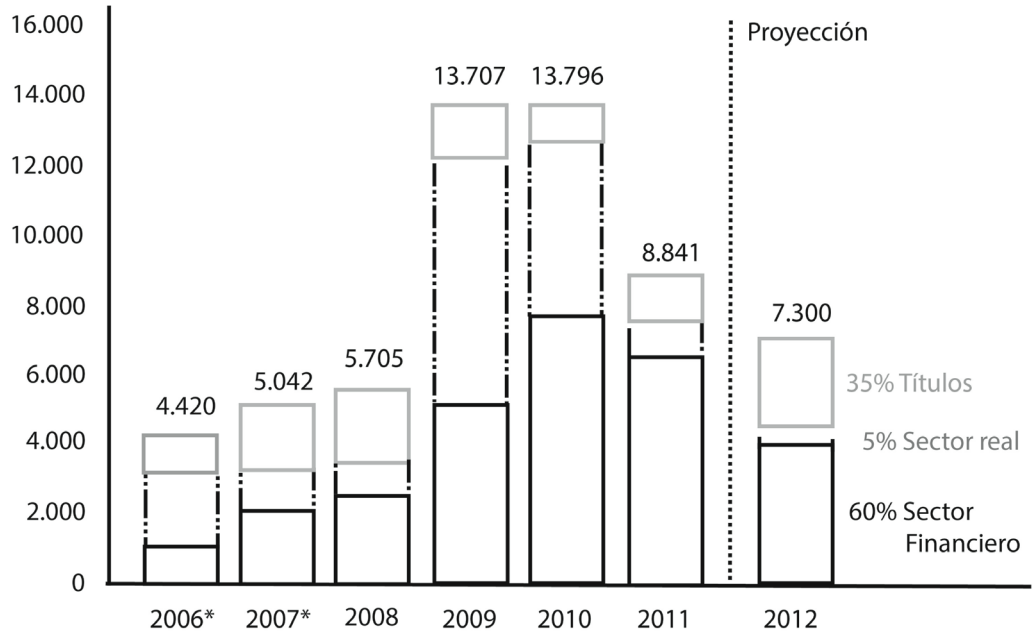
El control de la inflación ha permitido mejoramientos en la dinámica de la renta fija colombiana, en la medida en que ha facilitado la colocación en el mercado de deuda privada y pública con maduraciones

largas, de diez hasta cuarenta años. Dentro de los plazos más largos de colocaciones de bonos privados pueden mencionarse los casos del Grupo de Inversiones Suramericana con su emisión en 2009 hasta el 2049 al IPC + 4.84%, Ecopetrol con su emisión en 2010 hasta 2040, al IPC + 4.90% e Interconexión Eléctrica ISA con su emisión en el 2011 hasta el 2041, al IPC + 6.98%.

Según ANIF y Deceval (2012a), el mercado nacional de renta fija corporativa se ha expandido a lo largo de los últimos seis años. Gran parte de este desarrollo se debe a una mayor seguridad jurídica derivada de la construcción del marco regulatorio del mercado de valores que sigue estándares internacionales. Lo anterior, coadyuvado por una mayor demanda por parte de inversionistas institucionales, como las administradoras de fondos de pensiones –AFP– y fiduciarias. En la actualidad, el acervo de bonos corporativos en Colombia asciende al 6% del PIB y se posiciona como un instrumento financiero complementario al mercado crediticio, al permitir bajas tasas de interés y una ampliación de los horizontes de financiamiento.

Figura 7.

Renta fija corporativa en Colombia (Miles de Millones de pesos)



*Sin incluir entidades territoriales

Fuente: Cálculos ANIF con base en BVC y Correval. ANIF y Deceval (2012a).

La *Figura 7* muestra cómo la emisión de renta fija corporativa casi se triplicó en cuatro años, pues pasó de $4,4 billones de pesos en 2006 –1,2% del PIB– a cerca de $13,8 billones de pesos en 2010 –1,4% del PIB–. No obstante, en 2011 las emisiones en este mercado presentaron un descenso, como resultado de una mayor financiación por parte de las empresas a través de

créditos y la emisión de renta variable. Según proyecciones de ANIF y Deceval (2012a), dicha situación persistirá en 2012 y se acentuará por la baja en la dinámica que se espera para la economía colombiana en el año en curso.

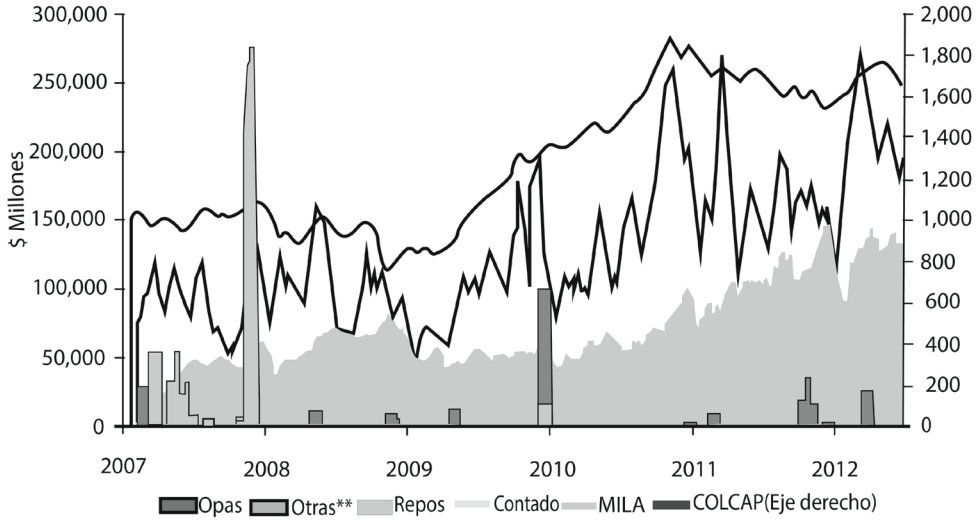
Además, la calificación crediticia del país fue recientemente promovida a grado de inversión BBB- con perspectiva a estable, como señal de confianza por parte de las calificadoras de riesgo Standard and Poor´s, Moody´s y Fitch sobre los fundamentales macroeconómicos y las perspectivas de crecimiento sostenible a mediano plazo. Esto, indudablemente, ha tenido impacto sobre la emisión de deuda soberana y se constituye en una oportunidad más para fortalecer el mercado de capitales colombiano.

Renta variable

El mercado bursátil colombiano experimentó un importante dinamismo en 2007 a raíz de la oferta pública del 10% del valor de Ecopetrol. Ello indujo la participación bursátil de unos 500.000 colombianos en la capitalización de esta firma. No obstante, en el período de 2008 a 2009 las nuevas emisiones estuvieron concentradas en la deuda corporativa, razón por la cual el mercado accionario presentó un retroceso para este periodo. Para finales de 2010, estas tuvieron un importante avance con la emisión del 6% del valor de Davivienda, la de Avianca y el incremento en la colocación del Grupo Aval a principios de 2011 (ANIF y Deceval, 2011). En la *Figura 8* se presenta la evolución del mercado accionario por tipo de operación, en la que se observa que si bien ha presentado una trayectoria cíclica puede destacarse la tendencia creciente en sus operaciones.

Figura 8.

Evolución del mercado accionario por tipo de operación.



*Promedio móvil diario de orden 20.

**Incluye martillos y transferencias temporales de valores.

Fuente: Superintendencia Financiera de Colombia (2012b) [18].

Igualmente, con la creación del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), conformado por Chile, Perú y Colombia y próximamente México se formó el mercado más grande de la región en cuanto a cantidad de compañías emisoras, con 565, seguido por la bolsa de México, 421 y la de Brasil con 375. Dentro de sus propósitos está el de constituirse en una alternativa para los inversionistas al ofrecer un mayor número de instrumentos financieros, al ampliar las posibilidades de diversificación y al mejorar las condiciones del balance riesgo-retorno. Esto significa un gran avance para el mercado accionario colombiano, pues al hacer parte de un mercado integrado de talla internacional ha podido atraer numerosos inversionistas extranjeros, lo cual ha mejorado mucho la dinámica de colocación de acciones en el país.

Mercado monetario y mercado cambiario

La adopción de un régimen cambiario de libre flotación del tipo de cambio, desde 1999, ha sido complementario con el esquema de inflación objetivo del Banco de la República que ha sido capaz de reducir la inflación a niveles bajos, estables y coincidentes con la meta de largo plazo. Esto ha posibilitado su libre actuación para el manejo de ambas variables. De esta manera, se destaca la reducción histórica de las tasas de interés desde la década de los noventa, gracias al anclaje de las expectativas de inflación por medio de una estrategia de inflación objetivo, creíble para el público.

Además, la estabilidad de precios, combinada con una tasa de cambio flexible, le ha permitido a la política monetaria absorber parte de los choques internacionales en las diferentes fases del ciclo económico. Esto ha evitado fuertes ajustes de la demanda interna, tal como sucedió en la crisis internacional de 2007 y 2008 cuando Colombia logró crecer en el año 2009, mientras pocas economías similares lo hicieron (BBVA, 2011).

Estos mercados han sido muy dependientes de los indicadores de inflación y del desempeño económico mundial. Por esta razón, los ajustes en sus variables se dan básicamente de manera coyuntural. Debido al régimen cambiario adoptado de flotación dirigida sin una trayectoria predeterminada del tipo de cambio y al marco de política monetaria de inflación objetivo, Colombia ha podido mantener unas políticas económicas que han evolucionado con las necesidades de la economía. Esto se ha traducido en tasas de crecimiento promedio de 3,5% en los últimos 30 años, mientras que la región creció sólo al 3,0% en promedio, para este período.

Fondos de pensiones y cesantías

Según ANIF (2008), los fondos de pensiones y cesantías han adquirido gran importancia entre los años 1995 y 2008, en la medida en que dichos recursos pasaron de representar 3% del PIB a cerca de 17% del PIB. Entre tanto, la relación cartera/PIB se ha estancado a niveles de 35% a 40% por cuenta de las crisis financieras; la más grave ha sido la hipotecaria del período entre 1998 y 2001.

En Colombia, el sistema pensional ha tenido, a lo largo de su existencia, dificultades de orden fiscal que han exigido reformas encaminadas a la solución de este tipo de problemas.

El sistema de pensiones colombiano ha evolucionado gradualmente desde la primera mitad del siglo XX. Éste partió de una estructura incipiente, con poca cobertura de la población, en un régimen de reparto, hasta la gran reforma de comienzos de la década de los noventa que implementó la convivencia de este último con el recién creado sistema de ahorro individual.

Durante la primera mitad de los noventa, Colombia se unió a la tendencia de reformas de primera y segunda generación de los sistemas pensionales que se dio en América Latina, luego de la reforma pionera del sistema chileno (BBVA, 2009). Así, con la Ley 100 de 1993, se introdujo un nuevo régimen pensional como alternativa al Régimen de Prima Media (RPM), administrado por el Instituto de Seguros Sociales (ISS); este régimen es el de Fondos de Pensiones Privadas (FPP), comúnmente denominado Régimen de Ahorro Individual (RAI) y es dirigido por las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP). Con la implementación de este nuevo régimen se indujo necesariamente a un ahorro obligatorio, pues las prestaciones pensionales que recibirán los agentes dependerán del total de su ahorro. Adicionalmente, este sistema ofrece incentivos para la generación de ahorro voluntario debido a que maneja un portafolio de inversión atractivo y garantiza exenciones tributarias a las personas que acceden a este producto financiero.

La Ley 100 de 1993 está enmarcada dentro de los lineamientos que el Banco Mundial ha establecido en diferentes estudios, en cuanto al funcionamiento autosostenible del sistema pensional de los países en desarrollo, en los cuales se plantean tres pilares básicos. El primero hace referencia a un sistema de pensiones obligatorias, administrado por el Estado y en el cual se fijaría un esquema de reparto de las pensiones; éste puede asemejarse al RPM administrado por el ISS. El segundo es un sistema, igualmente obligatorio, pero administrado por el sector privado, el cual se puede asociar con el RAI en lo concerniente a las pensiones obligatorias. El tercer y último pilar es un sistema de ahorro voluntario que puede vincularse con el RAI en cuanto a las pensiones voluntarias. Varios países han seguido estos lineamientos para la estructuración de sus fondos de pensiones.

Según el BBVA (2009), la regulación colombiana ha sido dinámica, al introducir ajustes para adaptar el sistema a las características de la economía del país y su evolución a lo largo del tiempo, así como para mejorar la cobertura y equidad del mismo. En el transcurso de los años que lleva la reforma se han logrado avances importantes a favor de su fortalecimiento. No obstante, persisten retos que hay que resolver en el corto y mediano plazo, para garantizar su consolidación.

Asobancaria (2012b) sostiene que buena parte del dinamismo del mercado financiero proviene de las nuevas alternativas de inversión ofrecidas por entidades como los fondos de pensiones. Entre 2007 y 2011, las inversiones de estos fondos pasaron de 13,8 a 19,1% del PIB, lo cual fue facilitado por la Ley 1328 de 2009, con la cual se agilizó la creación de los "portafolios generacionales" o multifondos, y se constituyó en un elemento importante para el dinamismo del mercado financiero colombiano.

Medidas institucionales y legislativas del sistema financiero colombiano

Para Jara (2003), en materia de regulación y supervisión bancaria, como en otras áreas de la economía, las finanzas y la cultura, existe una tendencia hacia la adopción de estándares internacionales, los cuales se consideran para muchos efectos como carta de presentación en sociedad.

El Comité de Basilea publicó en 1997 un documento sobre los principios básicos para una supervisión bancaria efectiva, en el que se incluyó una lista de 25 aspectos esenciales que han sido adoptados por diversos países a nivel internacional. Dichos principios cubren diversos aspectos que van desde las condiciones previas para una supervisión bancaria efectiva, relacionadas con el marco legal para la autorización de operación a las entidades, hasta los negocios bancarios transfronterizos, concernientes con la supervisión global consolidada.

También se destaca la necesidad de contar con normas y regulación prudenciales relacionadas con la fijación de requisitos mínimos de capital, que reflejen el riesgo; se señala igualmente que los supervisores bancarios deben asegurarse que los bancos tengan disponibles sistemas que midan, monitoreen y controlen el riesgo de mercado y permitan imponer límites o cargos específicos de capital para exposiciones a este tipo de riesgo (Jara, 2003). Estas medidas se han incorporado gradualmente en la economía colombiana a través de distintos frentes institucionales, como se verá a continuación.

Medidas institucionales

Las medidas institucionales que se han implementado en Colombia, según la Superintendencia Financiera (2012b) pueden resumirse en dos aspectos:

Intermediarios y productos

- Estándares de ejecución y seguridad de las operaciones y productos, incluidos OTC –*Over the counter*–.
- Procedimientos más transparentes para obtener la aprobación de nuevos productos.
- Sistemas de administración de riesgos implementados para cubrir riesgos operativos, de mercado, de liquidez y de lavado de activos.

Éstos han sido facilitados con la tecnificación progresiva que ha tenido el sistema financiero.

Infraestructuras de mercado

- Sólidos proveedores: bolsa, sistemas de negociación, sistemas de compensación y liquidación y sistemas de pago, cuya operación se basa en los más altos estándares internacionales de tecnología, comunicación y seguridad, incluida una entidad de contrapartida central.
- Aplicación de reglas de liquidación reconocidas en otros mercados (DVP).

Una reforma institucional importante tuvo lugar en 2005 con la creación de la Superintendencia Financiera de Colombia como resultado de la fusión de las Superintendencias Bancaria

y de Valores. A su vez, se ordenó la autorregulación obligatoria de los distintos agentes. Esto hizo necesario que el sector privado creara el Autorregulador del Mercado de Valores (AMV) en 2006. El AMV se ha encargado de realizar funciones públicas, en la medida que presta una labor en los trámites y gestiones tendientes a obtener autorización ante la Superintendencia Financiera, para actuar como organismo de autorregulación del mercado de valores en Colombia.

Igualmente, mediante diferentes legislaciones, entre 2005 y 2008 se ha perfeccionado la constitución de la Cámara de Riesgo Central de Contraparte de Colombia. El objeto social principal de esta entidad es la prestación del servicio de compensación como contraparte central de operaciones realizadas en el mercado financiero, por lo que se ha constituido como acreedora y deudora recíproca de los derechos y obligaciones que deriven de operaciones. Su propósito es reducir o eliminar los riesgos de incumplimiento de las obligaciones derivadas de la realización de dichas operaciones.

Por último, dentro de las medidas institucionales que ha adoptado el sistema financiero colombiano, para hacer frente a los avances en el contexto internacional, se puede destacar sus esfuerzos por hacer parte del MILA. Dicha medida ha atraído a diversos inversionistas extranjeros a la región y ha brindado mayores posibilidades de diversificación para ellos, pues anteriormente la promoción de la inversión extranjera en Colombia por parte de las entidades del gobierno estaba enfocada, principalmente, en la inversión extranjera directa (IED).

Iniciativas legislativas

La normatividad en el contexto mundial ha tenido grandes avances en los últimos años, especialmente en procura de estandarizar las legislaciones internacionales. Con esto se ha querido disminuir el arbitraje regulatorio que se presentaba en la búsqueda de los inversionistas por obtener mayores rentabilidades, a costa de los vacíos legislativos que han existido en algunas economías.

Tabla 1.

Resumen de iniciativas legislativas en el sistema financiero colombiano, 2005-2012

	Norma	Descripción	Efecto
Sistema bancario	Ley 1527 de 2012	Nuevo marco general para la libranza	Mayor acceso y flexibilidad para los consumidores financieros
	Ley 1555 de 2012	Desmonte de cláusula de sanción por pago anticipado de créditos menores a 880 SMLV	-Mayor riesgo de tasa de interés para entidades bancarias -Beneficios para los deudores por menores costos

Medidas Macro-prudenciales	Circular externa 043 de 2011	Aumento en la matriz de pérdidas dado incumplimiento (PDI)	Enfriamiento de la cartera crediticia de consumo
	Circular externa 026 de 2012	Introducción de provisión anticíclica adicional para créditos de consumo	
Mercado de capitales	Ley 0964 de 2005	Marco general reglamentario para el mercado de capitales	
	Ley 1328 de 2009	Creación de los "portafolios generacionales" o multifondos	Diversificación en las posibilidades de ahorro pensional
	Decreto 4805 de 2010	Creación de los "Fondos bursátiles" o ETF	Mayor oferta de productos de inversión

Fuente: ANIF (2012).

Para la Asobancaria (2012b), en Colombia las reformas adoptadas a comienzos de la década de los noventa se constituyeron en un espacio para la configuración de una nueva estructura institucional. En ésta, si bien existe una diferenciación relativamente clara del papel a cumplir por cada tipo de institución financiera, el resultado ha sido la conformación de grupos financieros integrados por distintas clases de instituciones. Cada actor cuenta con la posibilidad para operar en diferentes frentes, dentro de lo que puede considerarse como un mercado de capitales ampliado que abarca la totalidad del sistema financiero, incluidos los bancos.

En la *Tabla 1* se presenta un resumen de las últimas iniciativas legislativas en el sistema financiero que han permitido gran parte de los avances recientes desde diferentes frentes: el sistema bancario, medidas macroprudenciales y el mercado de capitales.

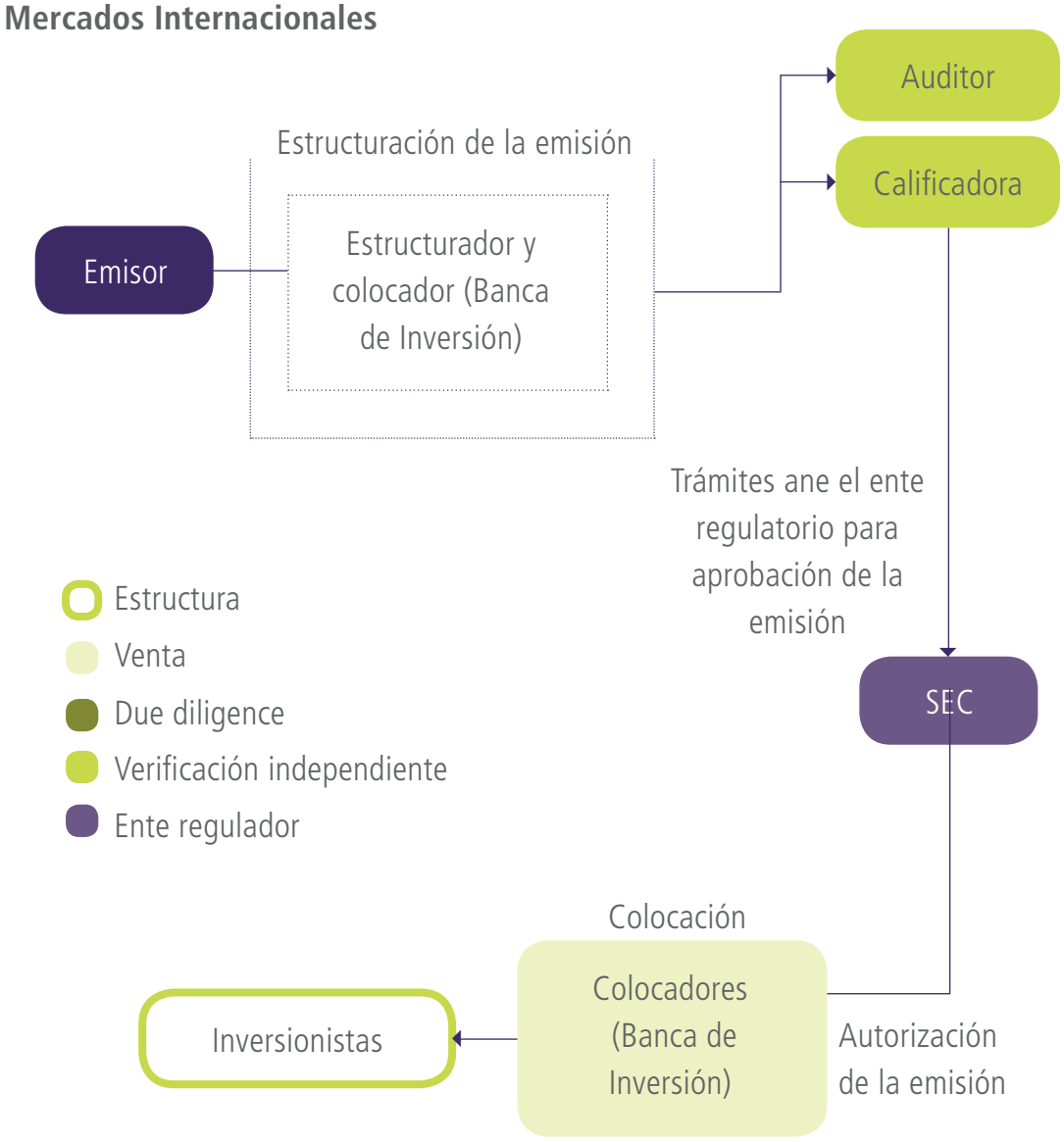
La Asobancaria (2012b) sostiene que la estructura actual se debe a que en el pasado, ante el precario desarrollo del mercado de capitales, la banca debía ocupar un lugar central en la canalización de recursos del ahorro a la inversión. Así se eliminó una restricción importante que era la imposibilidad de otorgar créditos a más de un año. En épocas más recientes, es válido afirmar que, en conjunto, el sistema financiero colombiano ha mostrado tener la capacidad para responder ante las diferentes necesidades que demandan los distintos actores del país. Por lo anterior, a primera vista no existen razones de fondo que justifiquen el cambio de su estructura, pese a la limitada profundidad del sistema, producto en gran medida de la regulación prudencial, tradicionalmente vigente en Colombia. Esto ha restringido su capacidad de asumir riesgos y, por ende, de innovar.

Asimismo, según Jara (2003) se han formulado propuestas de reformas a la arquitectura financiera internacional, como la creación de una Autoridad Financiera Mundial con la

capacidad de señalar la estructura regulatoria para los mercados financieros globales, dotada con poderes de intervención ante amenazas de crisis. En el plano nacional cabe destacar la reciente creación del Comité de Seguimiento del Sistema Financiero por parte del Gobierno Nacional y los Reportes de Estabilidad Financiera del Departamento de Estabilidad Financiera de la Subgerencia Monetaria y de Reservas del Banco de la República.

Figura 9.

Algunos agentes que participan en una transacción: mercados internacionales vs. mercado colombiano.



Fuente: Tomado de Corficolombiana (2012)

Según Corficolombiana (2012), el mercado de capitales colombiano ha minimizado paulatinamente la robustez de su estructura y ha estandarizado los procesos detrás de cada transacción, como se puede apreciar en el *Esquema 1*. Esto puede constituirse en una ventaja en la medida en que invertir en el país se hace relativamente más fácil, pero también en una amenaza debido a las posibles exposiciones al riesgo que se generan con unos procedimientos más simplificados. De esta manera, son notorios los esfuerzos de las autoridades colombianas por normalizar su legislación, al seguir estándares internacionales con el objeto de mantener un mercado financiero que esté a la vanguardia con las tendencias mundiales.

Retos del sistema financiero colombiano

La Superintendencia Financiera de Colombia (2012b) expone que los procesos de globalización de los mercados de valores imponen retos a los reguladores y supervisores para la implementación de un adecuado marco regulatorio. Éste debe permitir a las entidades participantes y a los inversionistas contar con mayores facilidades de financiación e inversión y acceder a nuevos mercados y productos, pero que, al mismo tiempo, garantice un funcionamiento confiable, transparente y que minimice el riesgo sistémico. Por esta razón, las coyunturas en otros mercados y las crisis internacionales impulsan el debate sobre los ajustes que deben hacerse a la regulación vigente y la necesidad de implementar nuevos y mejores estándares para que el proceso de globalización sea suficientemente seguro.

Las reformas en el mercado de valores han procurado alcanzar los más altos estándares internacionales, al permitir una mayor expansión y globalización. Si bien el trabajo ha sido destacado y reconocido por otros mercados y autoridades, el desarrollo del mercado seguirá acompañado por una evolución en su regulación y supervisión.

Según ANIF y Deceval (2012b), la eventual consolidación del MILA debe aprovecharse para tal propósito. Ello implicará homologar los tratamientos tributarios frente a Perú, Chile, México y Brasil, para cubrir las acciones, renta fija y derivados. Según la Superintendencia Financiera de Colombia (2012b), desde 2005 el mercado de valores colombiano tiene un marco regulatorio más seguro, desarrollado y flexible que promueve la protección de los inversionistas, el funcionamiento justo, eficiente y transparente de los mercados y la reducción del riesgo sistémico.

A pesar de lo anterior, según Asobancaria (2012b) aún se requieren ajustes en el caso de la emisión de acciones, la cual sigue restringida a entidades cuyo tamaño y estándares de gobierno corporativo superan los típicos en el universo empresarial colombiano. Además, para no desincentivar el desarrollo del mercado de capitales sería deseable que la reforma tributaria que prepara el gobierno no aumentara el sesgo anti-accionario que implicaría que, por razones impositivas, las empresas tendrían más incentivos para endeudarse que para emitir acciones. La estructura tributaria debería ser neutral para la toma de decisiones de financiación mediante acciones o deuda. La posible imposición de gravámenes a los dividendos que contendría la reforma y el posible gravamen sobre las ganancias de capital, resultado de las inversiones en valores, podrían constituirse en un desestímulo al desarrollo del mercado de valores.

Asimismo, según el BBVA (2009) también persisten retos en el sistema pensional en la medida en que se han presentado importantes cambios demográficos; ejemplos de esto son el aumento de la esperanza de vida de los colombianos y el cambio en la estructura de la pirámide poblacional por edad en Colombia, como resultado de la tendencia al envejecimiento de la población. Así, el reto en materia de cobertura se ha agudizado más en los últimos años.

A manera de conclusiones

El sistema financiero en una economía es el equivalente al sistema nervioso del cuerpo humano. Lo anterior debido a que existe una significativa interrelación económica entre todos los agentes y sectores económicos que lo hacen necesario para el funcionamiento de una economía.

ANIF y Deceval (2009) sostienen que el comienzo de la inversión privada en infraestructura en Colombia se dio a través del marco de concesiones en materia de servicios públicos. Los sectores más beneficiados fueron los de energía, tras los apagones que se vivieron en esa época y el de telecomunicaciones, una vez el Estado privatizó sus entidades y se generó el espacio para una mayor participación del sector privado. Este tipo de inversión ha permitido el desarrollo del sistema financiero colombiano, en la medida en que las grandes necesidades de capital involucran diferentes fuentes de financiamiento como préstamos, emisión de bonos y titularizaciones.

El impacto del contexto financiero internacional en cada uno de los mercados e instituciones que conforman el sistema financiero local ha sido diferenciado. En las últimas dos décadas, el sistema financiero colombiano tuvo una serie de transformaciones producto de la liberalización financiera. Puede mencionarse el fortalecimiento de la regulación prudencial, la conversión de un número importante de sociedades en establecimientos de crédito, el aumento en los requerimientos de capital, entre otros. Con miras a incrementar el nivel de bancarización de los colombianos, se han implementado reformas financieras como la certificación diferencial de los límites a las tasas de interés, la modificación a la comisión de microcrédito y el aumento en la exención del cuatro por mil para retiros en cuentas de ahorro.

Asimismo, la banca colombiana incursionó, en el año 2006, en el modelo de corresponsales no bancarios, medio por el cual los establecimientos de crédito prestan sus servicios a través de terceros, conectados mediante sistemas de transmisión de datos, previamente autorizados, identificados y con todas las condiciones definidas, con el fin de llegar a sectores de la población que no cuentan con ningún tipo de presencia bancaria. De esta manera, la bancarización en Colombia, más allá de concentrarse en la tenencia de cuentas de ahorro u otro tipo en un banco comercial, se ha ido enfocando hacia la oferta de productos adyacentes como giros, cuentas en cooperativas, tarjetas de crédito en grandes superficies comerciales o tarjetas de fidelización de importantes cadenas de almacenes como Éxito y Falabella, entre otros.

De igual manera, se han modernizado y creado instituciones como la Superintendencia Financiera de Colombia, el Autorregulador del Mercado de Valores (AMV) y la Cámara de Riesgo Central de Contraparte, cuyo propósito ha sido fortalecer la infraestructura

financiera para mejorar el funcionamiento del sistema financiero al ampliar sus garantías y disminuir riesgos.

La normatividad, en el contexto mundial, ha tenido grandes avances en los últimos años, especialmente en procura de estandarizar las legislaciones internacionales con miras, entre otras razones, a disminuir el arbitraje regulatorio que se estaba presentando en la búsqueda de los inversionistas por obtener mayores rentabilidades, a costa de los vacíos en las leyes que han existido en algunas economías. Colombia no se ha quedado atrás pues, según la Superintendencia Financiera de Colombia (2012b), desde el 2005 el mercado de valores colombiano tiene un marco regulatorio más seguro, desarrollado y flexible que promueve la protección de los inversionistas, el funcionamiento justo, eficiente y transparente de los mercados y la reducción del riesgo sistémico.

Así, aunque el mercado de valores colombiano cuenta con un alto nivel de implementación de estándares internacionales, aún se requieren ajustes en la normatividad del sistema financiero, como en el caso de la emisión de acciones, la cual sigue restringida a entidades cuyo tamaño y estándares de gobierno corporativo superan los típicos en el universo empresarial colombiano. También debe propugnarse porque la reforma tributaria no introduzca un sesgo anti-accionario que implicaría que, por razones impositivas, las empresas tendrían más incentivos para endeudarse que para emitir acciones. Además, persiste el desafío que se le ha impuesto al sistema pensional para mejorar su cobertura, dados los cambios demográficos que atraviesa la economía colombiana. Lo anterior, sin mencionar los retos que aún persisten en la profundización del sistema financiero, aspecto en el cual se deberá avanzar desde diferentes frentes.

Bibliografía

Allen, F., y Gale, D. (2001). *Comparative financial systems: a survey*. Philadelphia, PA: Wharton School, University of Pennsylvania.

ANIF (2012). *Avances en el marco regulatorio financiero de Colombia.* Informe semanal,- No.1134, ANIF, Centro de Estudios Económicos.

ANIF y Deceval. (2012a). *Evolución de los bonos corporativos en Colombia.* , Enfoque No. 63 de julio de 2012. Recuperado de: https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Gestion_Corporativa/informe_de_investigacion/2012/Enfoque%2063-12.pdf.

ANIF y Deceval. (2012b). *Mercados de capitales y crisis mundial.* Enfoque No. 62 de junio de 2012.Recuperado de: https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Gestion_Corporativa/informe_de_investigacion/2012/Enfoque%2062-12.pdf

ANIF y Deceval. (2011). *El mercado bursátil colombiano: profundidad y nuevos emisores. E*nfoque No. 51 de abril de 2011. Recuperado de: https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Gestion_Corporativa/informe_de_investigacion/2011/Enfoque51-11.pdf

ANIF y Deceval. (2009). Financiamiento de infraestructura y mercados de capitales. Enfoque No. 32 de abril de 2009. Recuperado de: https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Gestion_Corporativa/informe_de_investigacion/2009

ANIF. (2008). Mercado de Capitales en Colombia: Diagnóstico y Perspectivas de su Marco Regulatorio. Recuperado de: http://anif.co/sites/default/files/uploads/BMundial-mercadodecapitales09_0.pdf

Asobancaria. (2012b). Nunca como hoy se esperó tanto del mercado de capitales. Semana económica. 7 de mayo de 2012. Recuperado de: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1756764/SemanasEconomicas-2014-2009/Sem_850.pdf

Asobancaria. (2012a). Bancos, mucho más que intermediarios financieros. *Semana económica.* 6 de agosto de 2012. Recuperado de: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1756764/SemanasEconomicas-2014-2009/Sem_863.pdf

Bancolombia. (19 de Mayo de 2011). La Infraestructura: una alternativa para la inversión privada XXIII. *Simposio de Mercado de Capitales.*

BBVA. (2011). http://www.bbvaresearch.com/KETD/fbin/mult/2011_Informe_pais_colombia_tcm346-276061.pdf?ts=2592012.

BBVA. (2009). Confianza en el futuro: Propuestas para un mejor sistema de pensiones en Colombia. Bogotá: Editorial Norma.

Caiteachais, A. R. (2011). *Infrastructure and Capital Investment 2012-16: Medium Term Exchequer Framework.* Recuperado de: https://www.google.com/search?q=Caiteachais,+A.+R.+(2011).+Infrastructure+and+Capital+Investment+Medium+Term+Exchequer+Framework.+(D.+o.+Ireland,+Ed.)+2012(16),+1-51.&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=PsC0WJ3WL4u--wX2jab4AQ

Corficolombiana. (2012). Panel: El mercado de capitales como fuente de financiación del sector real. *XXIV Simposio de Mercado de Capitales*, 3. Medellín.

Cronista.com. (2014). Recuperado de: http://www.cronista.com/finanzasmercados/Por-la-caida-del-precio-del-petroleo-Soros-vende-us-17-millones-en-acciones-de-YPF-20141117-0096.html

Jara, E. (2003). "Tendencias internacionales recientes en regulación y supervisión bancaria", 80 Años Superintendencia Bancaria De Colombia. Superintendencia Bancaria (Ahora Superintendencia Financiera), Colombia. Recuperado de: https://www.superfinanciera.gov.co/SFCant/ComunicadosyPublicaciones/80web/archivos/EduardoJara.pdf.

King, R. G. y Levine, R. (1993). Finance and growth: Schumpeter might be right. *The quarterly journal of economics,* 108(3), 717-737.

Lucas, R. E. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.

OCDE. (2006). *Infrastructure to 2030: Telecom, Land Transport, Water and Electricity.* OECD Publishing.

Rajan, R.y Zingales, L. (2001). Financial Systems, Industrial Structure, and Growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 17(4), 467-482.

Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development.* Cambridge: Harvard University Press.

Superintendencia Financiera de Colombia. (2012b). Supervisión de valores en un contexto de globalización. *Seminario ANIF - Banco Mundial*. Bogotá.

Superintendencia Financiera de Colombia. (2012a). Recuperado de: http://www.superfinanciera.gov.co/ComunicadosyPublicaciones/comsectorfinanciero062012.pd

Influencia de algunos conceptos de la física en la Ingeniería Financiera: el calor y el movimiento browniano

06

Edgar Leonardo Rodríguez Solórzano[1] «

Introducción

El objetivo del presente capítulo es resaltar los aportes que ha hecho la física a partir de los conceptos de calor y movimiento browniano abordados por Fourier (1827) y Einstein (1905), respectivamente, en la explicación de algunos aspectos presentes en los modelos de valoración de activos financieros y riesgo, estudiados por la Ingeniería Financiera. La relevancia de estos conceptos demuestra cómo el fenómeno de la difusión influye en la interpretación de la componente con riesgo del modelo de valoración de opciones de Black-Scholes (1973).

Para lograr el propósito anterior, se interpretó, desde el punto de vista de la física, el fenómeno de difusión del calor y se sustentó en desarrollos matemáticos que explican comportamientos aleatorios en los precios de los activos financieros. A partir del estudio de este caso particular, se demuestra que la econofísica, como disciplina de estudio, puede abordar de manera integral la aplicación de estos conceptos para explicar el comportamiento de un modelo financiero vigente.

Es importante resaltar que la econofísica es una nueva disciplina que pretende estudiar el comportamiento de fenómenos económicos y los mercados financieros, desde la perspectiva

1. Ingeniero Mecánico con especialización en Física de la Universidad Javeriana. Docente de la Universidad Piloto de Colombia. Docente de Física de la Universidad El Bosque. edgarrodriguezsolorzano@yahoo.es.

de la física. Esto lo hace a partir de teorías y leyes elaboradas para explicar fenómenos naturales como el movimiento browniano, el calor y el magnetismo, entre otros.

Entre los principales autores que contribuyeron con el desarrollo de dicha disciplina se destaca Stanley (1999). Mediante la aplicación de conceptos desarrollados por la física, él explica comportamientos no lineales para el análisis de series de tiempo que se dan en escenarios caóticos que presentan los mercados financieros.

Otro autor que incidió en la construcción teórica de la econofísica es Ricardo Mansilla (2003), quien estudió desde la perspectiva de los sistemas complejos el comportamiento aleatorio que presentan los precios de las acciones. También el hidrólogo Hurst (1951) trabajó con series de tiempo de los datos de las alturas diarias de los niveles del río Nilo para poder determinar el grado persistencia en las épocas de inundación y sequía. La teoría de Hurst fue aplicada posteriormente en los mercados financieros por Peters (1994) al implantar el método del rango reescalado en el análisis de la volatilidad y dimensión fractal de las series de tiempo de las acciones para la toma de decisiones con respecto a inversiones en el futuro.

Para el estudio de fenómenos naturales no basta sólo con observar, también se requiere de actividades de recopilación y procesamiento de datos en grandes cantidades, durante muchos periodos de tiempo; de esta forma se establecen parámetros en determinados comportamientos con posibles efectos negativos que pueden influir en una decisión importante. Así procede la meteorología al tratar de predecir el clima en un determinado lugar o la geología, la sismología y la hidrología, cuando se aplican para la predicción de periodos de movimientos telúricos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, etcétera. Desde este punto de vista, se evidencia una relación interdisciplinaria fuerte de la física con otras áreas de la ciencia, lo que ha generado disciplinas de gran importancia como son: la biofísica, la geofísica, la astrofísica y la econofísica, entre otras.

En este contexto, el presente capítulo desarrolla algunos aspectos esenciales del fenómeno de difusión desde la perspectiva de la Teoría del Calor y del movimiento browniano, de tal forma que se pueda relacionar su presencia en un modelo financiero que contenga los conceptos de volatilidad y riesgo; éstos son indispensables para analizar la viabilidad de inversión en activos financieros.

El calor

Uno de los temas de gran importancia en el estudio de la econofísica, y que ha tenido incidencia en el desarrollo teórico de las finanzas, es el concepto de calor; por tal razón, el objetivo de este apartado es presentar la relevancia de analizar el concepto de difusión en la conducción del calor, para relacionarlo con la componente de difusión de la ecuación del modelo de valoración de activos, desarrollado por Black y Scholes (1973).

Uno de los autores más representativos en el desarrollo de este tema fue Lavoisier (1879). Él consideraba que el calor era un fluido no visible, capaz de penetrar la materia, cuya magnitud dependía de la temperatura a la que estuviera el cuerpo; esta idea prevaleció por más de dos siglos con el nombre de 'calórico'.

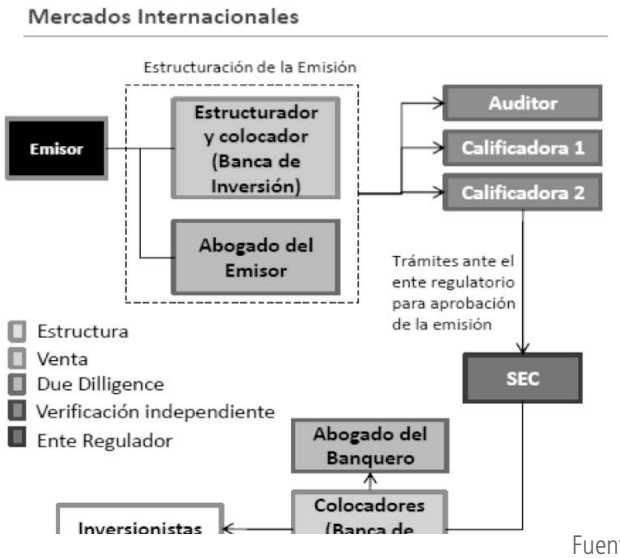
Actualmente, se utiliza el concepto de calor de Fourier (1822), el cual es definido como un fenómeno de transporte y transferencia de energía desde una zona de mayor a menor temperatura, mediante un flujo energético a lo largo de un material conductor. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se coloca una llama en un extremo de una varilla metálica delgada, donde los átomos que inicialmente vibran de manera ordenada, comienzan a moverse azarosamente cada vez con mayor intensidad y transfieren energía a sus vecinos.

Con el procedimiento anteriormente descrito se logra que la energía calorífica producida por la llama llegue hasta el extremo más frío siempre y cuando se mantenga la llama en su posición. De igual manera, se puede analizar este efecto cuando se sujeta un mezclador metálico con temperatura ambiente y se introduce un extremo en una taza con agua caliente.

El fenómeno de difusión de calor de la zona de mayor a menor temperatura se visualiza a través de las figuras que a continuación se relacionan mediante el ejemplo de una varilla metálica. El calor producido por una llama en el extremo de una varilla metálica, puede ser representado como una forma de transporte energético desde un extremo hasta el otro (Ver *Figura 1*).

Figura 1.

Energía producida por una llama en una varilla metálica en un lapso de tiempo



Fuente: elaboración propia.

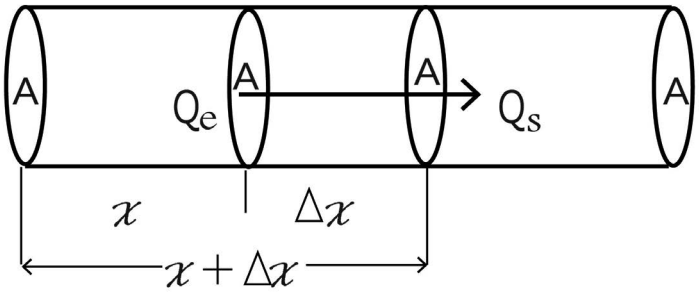
La energía no se dirige de manera ordenada en un único sentido, sólo un porcentaje se transporta a lo largo del eje de las *X* en una sola dirección; el resto de la energía se pierde al

transferirse al medio antes de llegar al otro extremo, lo que hace que sea muy aleatoria dicha transferencia de calor, a lo largo de la varilla metálica.

Para modelar este fenómeno, la idea moderna de calor se fundamentó en los trabajos realizados por Fourier (1827) cuando desarrolló su teoría analítica sobre el calor. A partir de los resultados de este experimento, se encontró que una diferencia de temperatura produce una velocidad de conducción de energía específica para cada material desde una zona de mayor a una de menor magnitud. Esto genera flujos o corrientes que pasen a través de áreas de sección transversal de la varilla en la unidad de tiempo (*Ver Figura 2*).

Figura 2.

Rango de flujo de calor a través del área de sección transversal de una varilla metálica delgada



Fuente: elaboración propia.

El cambio de calor a través de la varilla metálica está dado por la siguiente ecuación:

$$AQ_e - AQ_s \tag{1}$$

Q_e: Calor que entra a través de una sección de área A
Q_s: Calor que sale a través de una sección de área A
A: Área de sección transversal del alambre
T: Temperatura
t: Tiempo

El calor en función de la posición x a lo largo de la varilla y en función del tiempo t se representa de la siguiente manera:

$$AQ_e(x,t) - AQ_s(x+\Delta x,t) \tag{2}$$

Esta expresión muestra al calor en función del tiempo, a través de un área de sección transversal del alambre y a lo largo del eje *X*.

De acuerdo con los experimentos efectuados por Fourier (1), el calor en una varilla metálica delgada se puede representar a través de la siguiente expresión:

$Q(x,t) = -k\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)$ calor en función de la temperatura y a lo largo del eje x

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial x} = -k\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (3)$$

Al analizar la sección de longitud Δx de la Figura 2, se observa un cilindro cuyo volumen está dado por:

$V = A\Delta X$ con densidad $\delta = \frac{m}{V}$

El calor en este elemento de masa *m* está dado por:

$$Q(x,t) = cmT(x,t) \quad (4)$$

Al derivar con respecto al tiempo

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} = cm\frac{\partial T(x,t)}{\partial t}$$

$$AQ_e(x,t) - AQ_s(x+\Delta x,t) = cm\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} \quad (5)$$

A partir de las anteriores expresiones se puede deducir la ecuación de difusión de calor a lo largo de un alambre delgado y recto de acuerdo con la siguiente secuencia:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{k}{c\delta}\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} \quad (6)$$

En la que:

k= Conductividad térmica.

c= Calor especifico.

δ= Densidad del alambre.

Esta ecuación es similar a la ecuación general de calor, pero en una dimensión.

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{K}{cD}\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}\right) \tag{7}$$

Dado lo anterior, la ecuación de difusión pretende interpretar la concentración de energía calorífica ubicada a *x* unidades del punto de referencia más caliente del alambre en el tiempo *t*.

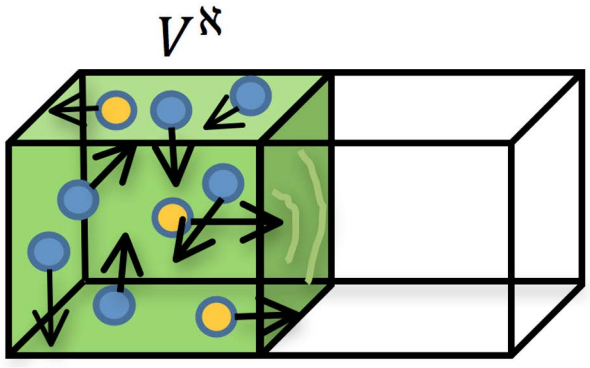
El movimiento browniano

El objetivo del siguiente apartado es presentar la ecuación de difusión desarrollada a partir de los fundamentos teóricos descritos por Albert Einstein (1905) sobre el movimiento browniano. Ésta se explica a partir de unas partículas de polen en un fluido estacionario que se mueven de manera desordenada, con un desplazamiento errático y sin posición exacta predecible. Aquí el movimiento de dichas partículas era producido por impactos continuos provenientes de las partículas del fluido en reposo a las que posteriormente se les descubrió su verdadera identidad.

Se ha demostrado este movimiento browniano a partir del siguiente experimento: en un recipiente rectangular con una membrana semipermeable en la mitad y perpendicular al eje de las *x*, queda aislado un volumen denominado $V^{\aleph}$, en el cual se colocan *n* partículas suspendidas, soluto, que se mueven azarosamente en todas las direcciones. Se asume que al menos una tercera parte se desplaza paralela al eje de las *x*, ya sea hacia la derecha o a la izquierda (ver *Figura 2*).

Figura 2.

Partículas de soluto que se mueven en todas las direcciones y al menos una tercera parte lo hace en sentido del eje x

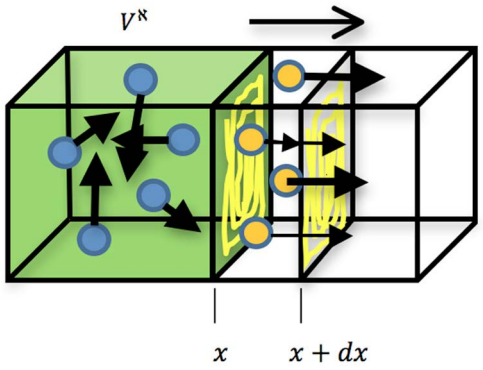


Fuente: elaboración propia.

Como la membrana sólo deja pasar solvente, entonces las partículas de soluto que van hacia la derecha paralelas al eje *x*, golpean la membrana sin poder atravesarla y producen una fuerza sobre el área de la membrana denominada presión osmótica; ésta, a su vez, tiende a desplazarla generando un volumen desplazado entre *x* y *x + dx* (ver *Figura 3*).

Figura 3.

Las partículas no pueden abandonar el volumen $V^{\aleph}$, debido a que la membrana no las deja pasar y se genera en ésta una presión n *p* denominada presión osmótica.



Fuente: elaboración propia.

Al desplazarse la membrana desde *x* hasta *x+dx* genera, además del volumen desplazado, una cantidad de partículas transportadas en función del eje *x* y del tiempo *t*. Tal cantidad variable de partículas que se acumulan en el volumen desplazado puede ser interpretada mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \tag{8}$$

Esta ecuación diferencial parcial es utilizada para modelar la dispersión de partículas que se mueven al azar a lo largo de una dimensión, al medir la concentración de partículas en el volumen desplazado en el tiempo *t* en una distancia *dx*. De tal manera que la solución de dicha ecuación diferencial parcial es la distribución que siguen las partículas en su movimiento unidimensional a lo largo del eje x y en el tiempo t.

$$f(x,t) = \frac{n}{\sqrt{4\pi D}}\frac{e^{-\frac{x^2}{4Dt}}}{\sqrt{t}} \tag{9}$$

En esta ecuación *D*= Coeficiente de difusión que indica el número de partículas que golpean el área de la membrana en un periodo de tiempo t.

$D = \frac{RT}{N}\frac{1}{6\pi kP}$ Difusión de partículas esféricas de radio *P* en un fluido de viscosidad *k*.

$\lambda_x = \sqrt{2Dt}$ El desplazamiento medio de las partículas en función del tiempo t y de la difusión *D*

Al despejar *D* en las dos ecuaciones anteriores e igualarlas, se puede determinar el desplazamiento medio de las partículas paralelas al eje de las *x* en el tiempo *t*.

$$\lambda_x = \sqrt{t}\sqrt{\frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi kP}}$$

Con esta ecuación, Einstein determinó el desplazamiento medio de varias partículas de radio P=0,001mm que se mueven en agua a una temperatura de 17°C durante un segundo y durante un minuto.

Los resultados de los desplazamientos fueron:

λ_x=0,8μ y λ_x=6μ Respectivamente

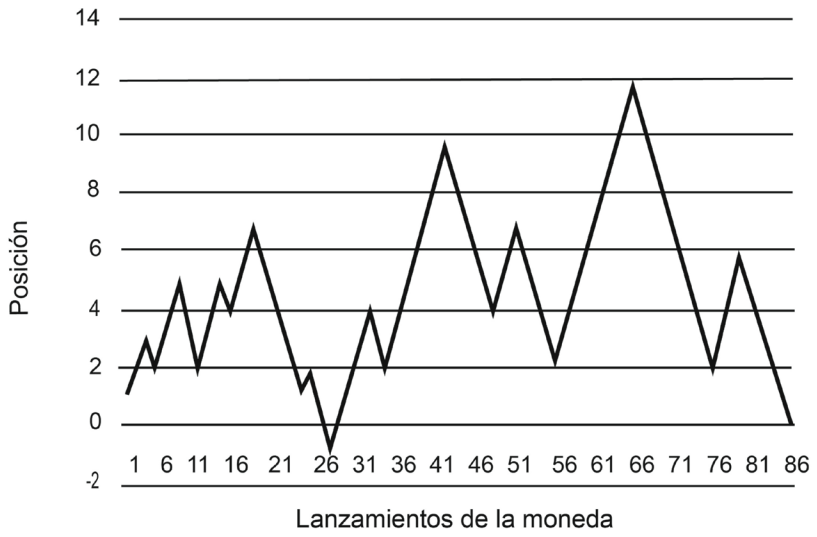
El modelo financiero

Antes de poder describir el concepto de difusión en un modelo financiero, se deben relacionar aspectos de los movimientos que una persona experimenta en una caminata aleatoria unidimensional, con el comportamiento diario de los precios de una o varias acciones. Para tal fin, se procedió a realizar una interpretación de la siguiente gráfica de dichos aspectos.

Cuando una persona camina en línea recta en el eje de las *x* y si se condicionan sus pasos a los resultados mostrados por el lanzamiento de una moneda, la probabilidad de dar un paso a la derecha o a la izquierda es igual al 50%. En la Gráfica 1 se muestra el desplazamiento de una persona que da 86 pasos.

Gráfica 1.

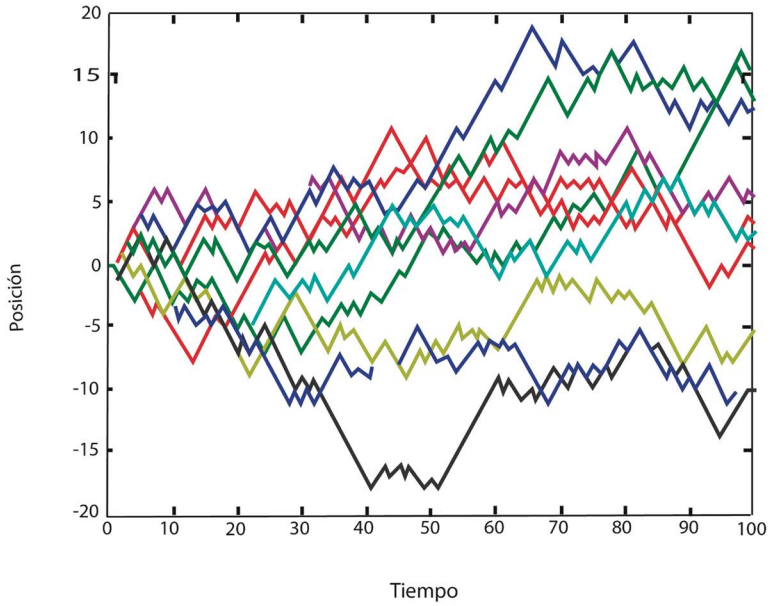
movimiento de una persona al dar 86 pasos condicionada por los lanzamientos de una moneda



Al realizar varias caminatas de veinte pasos condicionados al lanzamiento de una moneda, sus gráficas nunca serían iguales entre sí debido al estado de incertidumbre en que se encuentran cada una de ellas; esto evidencia la complejidad en la predicción lineal de la posición de la persona en cada instante.

Gráfica 2.

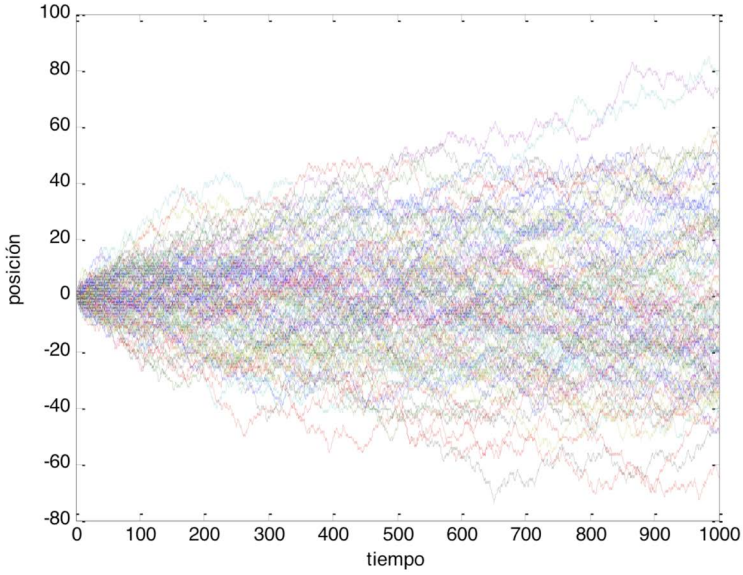
posiciones de 10 personas que caminan 100 pasos cada una



Fuente: Matlab

Gráfica 3.

posiciones de 100 persona que caminan mil pasos

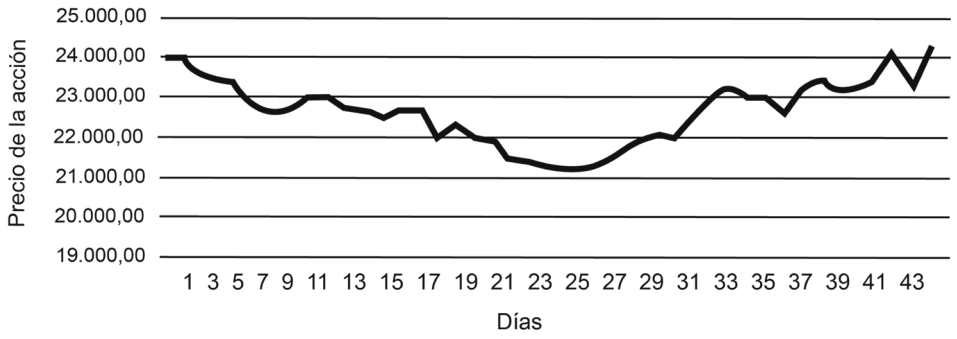


Fuente: Matlab

Al igual que las personas en sus caminatas aleatorias, los precios de las acciones también presentan diariamente una situación de incertidumbre continua y se pueden representar como posiciones diarias. Así se muestra en la *Gráfica 4*, en la que se observa una caminata aleatoria de los precios diarios de las acciones del banco Davivienda en 90 días durante el año 2014.

Gráfica 4.

Precio de cierre diario de las acciones de Davivienda desde 02/01/2014 hasta 04/03/2014. Bolsa de valores de Colombia.



Fuente: Construcción propia.

La componente sin riesgo en el negocio de las acciones es comúnmente usada para analizar modelos financieros convencionales en el análisis de préstamos con una tasa de interés constante. Con ésta se calcula el rendimiento que se podría tener en el futuro después de periodos de tiempo a un interés constante durante el tiempo que dura el negocio, si se entrega el dinero hoy, sin generar riesgo. Con las acciones la situación es diferente y el continuo estado de incertidumbre hace que el riesgo de pérdida esté presente y, por esta razón, el modelo adecuado debe tener también una componente con riesgo; el precio de la acción S puede ser descrito como un proceso de Ito, Barbeito (2003), representado por la ecuación estocástica: $dS=\mu Sdt+\sigma Sdw$.

En dicha ecuación:

μ= Retorno esperado por unidad de tiempo

σ= Volatilidad

σ^2= Varianza por unidad de tiempo

μSdt= Componente sin riesgo de crecimiento exponencial

σSdw= Componente con riesgo browniana, con proceso de Wiener

Como el precio de la acción sigue un movimiento browniano geométrico, la ecuación estocástica conlleva a la de Black y Scholes (1973) en derivadas parciales.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = rC - rS\frac{\partial C}{\partial s} - \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial s^2} \quad (10)$$

Para opciones europeas *call and put* en las que:

$-\frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial s^2}$ Componente difusiva

r= Retorno por unidad de tiempo constante y sin riesgo

s= Precio de la acción

Con la ecuación en derivadas parciales se llega a la de valoración de opciones para una *call*.

$$C(s,t) = SN(d_1) - Ke^{r(t-T)}N(d_2) \quad (10)$$

En esta ecuación:

k= Precio de ejercicio de la opción

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

En la *Tabla 1* se presentan las principales analogías entre los conceptos calor, movimiento browniano y el modelo financiero elaborado por Black y Scholes (1973).

Tabla 1.

Analogías, ecuaciones y características entre los conceptos de calor, movimiento browniano y Black y Scholes.

Autor	Fourier 1822	Albert Einstein 1905	Black and Scholes. 1973
	Calor	**Movimiento browniano**	**Mercados financieros**
Características	Transporte de energía por vibración de los átomos del material	Movimiento de partículas microscópicas en un fluido	Movimiento de los precios diarios de las acciones
Ecuación del fenómeno difusión	$\frac{\partial Q}{\partial t} = \frac{k}{c\delta}\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2}$	$\frac{\partial f}{\partial t} = D\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$	$\frac{\partial C}{\partial t} = rC - rS\frac{\partial C}{\partial S} - \frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}$
Distribución	$Q(x,t) = \frac{1}{\sqrt{4\pi D}}\frac{e^{-\frac{x^2}{4Dt}}}{\sqrt{t}}$	$f(x,t) = \frac{n}{\sqrt{4\pi D}}\frac{e^{-\frac{x^2}{4Dt}}}{\sqrt{t}}$	$C(S,t) = \frac{1}{\sqrt{4\pi D}}\frac{e^{-\frac{S^2}{4Dt}}}{\sqrt{\Delta t}}$

Coeficiente de difusión	$D = \frac{k}{c\delta}$ k= Conductividad térmica c= Calor específico δ= Densidad del alambre	$D = \frac{RT}{6\pi n r N_A}$ R= Constante universal de los gases T= Temperatura del fluido N_A= Número de Avogadro η = Viscosidad del fluido r = Radio de la partícula que se mueve en el fluido	$D = -\frac{1}{2}\sigma^2 S^2$ s= Valor de la acción σ^2 = Volatilidad
Efecto	Energía media en el eje en el tiempo λ_Q	Desplazamiento medio de las partículas que se mueven a lo largo del eje x en un tiempo t $\lambda_x = \sqrt{t}\sqrt{\frac{RT}{N}\frac{1}{3\pi kP}}$	Precio medio de las acciones en el tiempo t λ_S

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Cuando unas partículas se mueven libremente en un fluido, sólo una parte se mueve paralela al eje de las *x* de tal forma que es muy difícil saber si una partícula se dirige hacia la derecha o hacia la izquierda y en qué posición exacta va a estar en un determinado tiempo. De igual manera, el valor de una acción tiene dos posibilidades en un día: la de subir o la de bajar el precio, sin que se tenga la mínima posibilidad de establecer qué valor podrá tener en un instante del día siguiente. Este dilema es el que afrontan la partícula y la acción financiera y se convierte en el objeto de estudio de la física en el programa de Ingeniería Financiera.

Además, el concepto del calor ha sido relevante en la explicación de la incertidumbre cuando se analiza su conducción a través de un alambre delgado; debido a la vibración de los átomos que lo componen y la posibilidad de cuantificar el calor en un punto del eje de las *x*; para un tiempo determinado, es difícil, pues sólo una parte de la totalidad vibra y lo hace paralelo al eje *x*, mientras las otras partes vibran en otras direcciones. Sólo se pueden visualizar las tendencias en la conducción del calor, pero no cuantificar el calor exacto que hay en un determinado punto en un tiempo específico. Este aspecto del calor es análogo a la posición o valor de la acción en una determinada parte del día.

Las herramientas de la física y la estadística son fundamentales para estudiar el comportamiento de las partículas y su analogía como nueva forma de solucionar inquietudes que aparecen

al hacer estudios en los mercados financieros. Se utilizan para el análisis metodologías tradicionales, cuya estructura lineal, en la mayoría de los casos, genera poca relación con la realidad y sobre todo con el margen de error de las predicciones. De la misma manera, el cálculo estocástico se ha convertido en una herramienta nueva para la elaboración de los modelos físicos y financieros no lineales, cuyo objetivo y funcionalidad es la de interpretar y cuantificar el comportamiento de las partículas atómicas y las fluctuaciones de los mercados financieros a la vez.

Bibliografía

Barbeito, J. M. y Villalón, J. G. (2003). *Introducción al cálculo estocástico aplicado a la modelización económico-financiero-actuarial*. Coruña: Netbiblo.

Black, F. y Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilites. *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.

Brown, R. (1827). A brief account of Microscopically Obsevations made in the months of June, July and August 1827, on the particles contained in the pollen of plants and on the general existence of active molecules in organic and inorganic bodies.*Philosophical Magazines Series* 2, 4(21), 161-173.

Einstein, A. (1905). On the Movement of Small Particles Suspended in Stationary Liquids Required by the Molecular-Kinetic Theory of Heat. *Annalen der Physik 17*, 549-560.

Fourier, M. (1822). *Théorie Analitique De La Chaleur*. París: Chez Firmin Didot.

Hurst, H. (1951). Long-Term Storage capacity or Reservoir. *Transactions of the Americas Society of Civil Engineers*, 116, 770-808.

Lavoisier, M. (1789). *Traité Elémentaire De Chimie présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes; avec figures.* París: Chez Couchet Librairie.

Mansilla, R. (2003). *Introducción a la Econofisica*. Madrid: Equipo Sirius.

Mantegna, R. S. (2000). An Introducction to Econophysics. Nueva York: Cambrige University Press.

Peters, E. (1994). *Fractal Market Applying Chaos Theoty to Investment and Economics Analysis.* Nueva York: Jhon Willey and Sons.

Stanley, H. E. (1999).*Introduction to econophysics: correlations and complexity in finance*. Cambridge: Cambridge University press.

Los conceptos de incertidumbre y expectativas de Keynes y su aporte a la Ingeniería Financiera

07

Gustavo Adolfo Díaz Valencia[1] «
Horacio Millán Pelayo[2] «

Introducción

Los términos de incertidumbre y expectativas forman parte esencial del argot financiero, especialmente cuando los mercados afrontan crisis. Uno de los autores que desarrolló estos conceptos fue Keynes quien, a través de su obra *La Teoría General la Ocupación el Interés y el Dinero*, tomó como referencia la fisura del mercado que se presentó especialmente en Estados Unidos al finalizar la década de los años veinte y comienzos de los treinta del siglo pasado, para abordar y dar solución a problemas como el desempleo, la tasa de interés, la disminución de la demanda efectiva y el descenso en la producción, en un escenario en el que muchos empresarios suspendieron sus decisiones de inversión y afectaron la actividad productiva.

Este antecedente ha sentado las bases teóricas suficientes en la interpretación de la incidencia que pueden tener la incertidumbre y la expectativa sobre el comportamiento que

1. PhD en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia, Magister en Economía Agraria de la Universidad Nacional de Colombia y Economista de la Universidad Nacional de Colombia. Docente investigador del programa de Maestría en Ciencias Económicas de la Universidad Santo Tomás. Correo electrónico: gusadiaz64@gmail.com.
2. Magíster en Ciencias Económicas de la Universidad Santo Tomás. Docente investigador del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia. Correo electrónico: horaciomillan@gmail.com.

asumen los agentes económicos, cuando se enfrentan a situaciones de crisis. Dichos conceptos resultan importantes al momento de abordar temas como el riesgo y la rentabilidad, analizados de manera permanente por la Ingeniería Financiera, cuando tiene por objeto estudiar el comportamiento de los mercados financieros y su relación con los agentes económicos.

Por lo anterior, podría decirse que la Ingeniería Financiera guarda una estrecha relación con las principales ideas de la teoría de John Maynard Keynes. En el ejercicio profesional del ingeniero financiero, el concepto de tasa de interés propuesto por Keynes adquiere gran relevancia cuando se pretende solucionar los problemas del riesgo e incertidumbre en los mercados financieros, a partir de las expectativas que afrontan los agentes económicos, al definir estrategias que permitan optimizar la utilización de los recursos financieros en función de su disponibilidad y rendimiento.

Los conceptos de incertidumbre y expectativas en Keynes[T1]

La obra de Keynes constituye un aporte fundamental para la explicación del comportamiento de los mercados financieros y su relación con las crisis. Dos conceptos relevantes son parte esencial de su obra: la incertidumbre y las expectativas. Sus inquietudes respecto a la incertidumbre surgen a partir del cuestionamiento a la visión ortodoxa clásica de la teoría de la información y la previsión hacia el futuro, tal como lo anotó Keynes en su artículo sobre la Teoría del Empleo, publicado en 1937:

> La teoría ortodoxa asume que tenemos un conocimiento del futuro muy diferente al que en realidad poseemos. Esta falsa racionalización sigue las líneas del cálculo de Bentham. La hipótesis de un futuro calculable conduce a una interpretación errónea de los principios de la conducta, que la necesidad de actuar en un determinado momento nos obliga a adoptar y a subestimar factores ocultos como la duda, la precariedad, la esperanza y el miedo (Keynes, 1937, p. 223).

Keynes considera que en vez de tomar como dadas determinadas situaciones del comportamiento del mercado o considerarlas como previstas, es mejor optar por expectativas sobre periodos futuros. No obstante, para el caso de los inversionistas desenfrenados, como él los denominaba, la codicia supera factores ocultos como el miedo, y lleva a que muchos de ellos actúen de manera irracional e imprevisible en los mercados, lo que en algunas ocasiones ha generado pérdidas.

De otra parte, el concepto keynesiano de expectativa surge como un elemento determinante en la teoría de la ocupación y la producción y a su vez es fundamental para la toma de decisiones en los negocios de los inversionistas. Cuando la empresa decide su volumen de producción diaria, los individuos consideran expectativas a corto plazo, respecto a los costos de

producción y a los beneficios obtenidos por la venta de dicha producción. A su vez, las expectativas de corto plazo dependen de las de mediano y largo plazo que tengan otras personas sobre los mercados y los resultados obtenidos por las ventas de la producción sólo tendrán influencia en la ocupación en la medida que sea motivo de cambio en las expectativas subsecuentes (Keynes, 1937, pág. 73).

Muchos agentes económicos, entre ellos los empresarios, definen sus metas y perspectivas de crecimiento en proyecciones futuras; sin embargo, es importante advertir sobre los efectos que tienen dichas decisiones en las organizaciones. La formación de tales expectativas sobre el futuro fue modelada inicialmente por Keynes (1921) a través del concepto de probabilidad, en el *Tratado de probabilidad:*

> El término probable se aplica a los grados de creencia racional que surge del conocimiento de proposiciones secundarias, al afirmar sobre la existencia de probabilidades de relaciones lógicas asociadas a conocimientos iniciales del agente. No necesariamente inducen a errores, al aplicar el término probable de la proposición asociada al grado de creencia racional, y que lleva la probabilidad de que se trate respecto a las proposiciones que comprenden las pruebas (Keynes, 1937, págs. 10-11).

Cuando Keynes trata de aplicar el concepto de probabilidad, en la Teoría General, encuentra que la información de la que disponen los inversionistas para tomar sus decisiones es muy débil. Esta situación conllevó a que definiera un concepto de incertidumbre a partir de la poca confianza en las premisas sobre las que se basan las probabilidades. Una probabilidad establecida a partir de bases poco sólidas ya no es un criterio de decisión. En algunas ocasiones, esas decisiones se basan en la racionalidad del agente, pero pueden ser limitadas por el ambiente en el cual se desenvuelve o por el mismo comportamiento frente al mercado.

Adicionalmente, Keynes contextualiza su teoría de las expectativas en el marco de las economías modernas con mercados financieros desarrollados, al relacionar la liquidez de los mercados de capital con el comportamiento de los inversionistas en un contexto de incertidumbre. Distingue, entonces, entre los agentes que deciden invertir a largo plazo, en función de su expectativa del valor actual de los dividendos, y los que tienen expectativas a corto plazo, que buscan casi exclusivamente las ganancias de capital. Estos últimos asumen una forma de previsión específica, denominada especulación, en la que en lugar de intentar pronosticar los futuros dividendos, tratan de adivinar cuáles son las previsiones de los demás al respecto. Estos son dos tipos de personas que se identifican, el primero, en un contexto de certidumbre y, el segundo, en un ambiente incierto.

El estado de la expectativa a largo plazo, como base de las decisiones, depende no sólo de los pronósticos más probables que se puedan realizar, sino también de la confianza que

se tenga en la previsión; por tanto, los dos elementos que afectan la tasa de inversión son la curva de eficiencia marginal del capital y el estado de la confianza. (Keynes, 1937). El concepto de confianza que introduce la Teoría General va articulado al largo plazo y es el mismo estado que asumen los empresarios al momento de emprender nuevos proyectos o inversiones en el mercado financiero, cuando se basa en el cálculo de los rendimientos probables esperados.

A pesar de lo anterior, Keynes destaca la importancia de comparar la eficiencia marginal con la tasa de interés del mercado de dinero, al ser la variable definitiva para incentivar la inversión y un indicador que determina la rentabilidad de los empresarios, muy parecida o casi igual a la comparación entre el costo de oportunidad del mercado y la tasa interna de retorno de un proyecto económico. En este caso, si la tasa interna de retorno es mayor que el costo de oportunidad del mercado o que la tasa de interés del mercado financiero, el proyecto sería rentable; si el valor presente neto es mayor de cero, el proyecto sería viable dependiendo, claro está, de las ganancias esperadas y de la estructura de costos planeada.

Al respecto, Keynes plantea lo siguiente:

> La confusión más importante respecto al significado e importancia de la eficiencia marginal del capital es el resultado de no advertir que no sólo depende del rendimiento corriente, sino también del rendimiento probable del capital, dado el efecto que tienen las expectativas sobre los cambios en los costos de producción sobre la eficiencia marginal del capital, explicados por variaciones en los costos laborales reflejados en los salarios, o en las innovaciones y desarrollo de nuevas tecnologías (Keynes, 1937, pp. 151-152).

Keynes estableció cierta dependencia entre la eficiencia marginal del capital y los cambios en las expectativas, las cuales estaban sujetas a las fluctuaciones del ciclo económico y a los riesgos que puedan ocasionar. Éstos surgen en época de auge ya que las empresas tienden a incrementar sus inversiones desmesuradamente, hasta llegar a realizar adquisiciones innecesarias en bienes de capital que si no son utilizadas adecuadamente podrían generar una desutilización de recursos productivos; esto puede ser el detonante para que más adelante se origine un ciclo recesivo, al no absorber suficientemente el nivel de empleo necesario para su utilización. Por lo tanto, en época de expansión, aumentan las expectativas por nuevas inversiones, dado el posible aumento de los rendimientos esperados, lo que podría incentivar la adquisición de recursos adicionales para su financiación y generar riesgos a los empresarios, principalmente cuando el mercado, es decir, la propensión marginal a consumir, no responde satisfactoriamente a la oferta agregada.

En un escenario de recesión, donde la presencia de riesgos es más evidente y por consiguiente afecta la eficiencia marginal, el economista británico identificaba dos tipos de riesgo

que inciden en el volumen de la inversión: el primero es del empresario o prestatario cuando tiene duda sobre los rendimientos probables esperados que pueda obtener. El segundo tipo es el del prestamista, cuando el individuo incumple voluntariamente el pago de la obligación o involuntariamente si se equivoca en las expectativas.

Keynes considera que el riesgo se configura como una adición al costo de la inversión y se refleja en la tasa de interés que genera el rendimiento mínimo probable que induce a la inversión; esto se debe a que, si la especulación es arriesgada, el prestatario necesitará un margen más amplio entre sus expectativas respecto a los rendimientos probables esperados y la tasa de interés a la cual cree que vale la pena contraer la deuda. Por tal razón, subyace la presencia de un riesgo de mercado que puede afectar el comportamiento de la tasa de interés y un riesgo de crédito que puede afectar el pago de las obligaciones.

Con base en la teoría de las expectativas desarrollada por Keynes, en la Teoría General, introduce simultáneamente el concepto de riesgo de crédito. Él considera que la concesión de créditos con un margen de garantía real o personal es tomada como el riesgo del prestamista, ya que es un riesgo asociado al costo de la inversión y supone que una parte del riesgo del empresario se agrega dos veces a la tasa de interés, para generar el rendimiento mínimo probable que inducirá a invertir (Keynes, 1937). Si la especulación es arriesgada, el prestatario necesitará un amplio margen entre sus expectativas respecto a los rendimientos futuros y la tasa de interés a la cual cree que vale la pena contraer la deuda y, del mismo modo, induce al prestamista a exigir un margen mayor entre lo que cobra y la tasa de interés pura que necesita para inclinarse a prestar.

Este concepto de riesgo del crédito está explicado, de alguna manera, en la Teoría General, cuando se analiza la eficiencia marginal del capital y es una influencia muy importante para el desarrollo teórico de la Ingeniería Financiera cuando explica su medición y control. Vale anotar que, para el desarrollo de este concepto, Keynes tomó como referencia la crisis económica de los años treinta, en la que muchas empresas tuvieron inconvenientes con el pago en los créditos que se destinaban a la financiación de la actividad productiva; situación que obedecía a los problemas que se presentaron en la demanda agregada que acarreaba la falta de empleo e ingresos y las dificultades de confianza que afrontaban los empresarios.

Keynes pensaba que el gasto en inversión dependía de las expectativas de los empresarios sobre los rendimientos probables esperados, que derivaba en un comportamiento de sesgo optimista hacia la decisión de invertir, que él denominaba "espíritu animal" (Akerlof George A, 2009). Para Keynes el gasto en inversión no estaba relacionado con el ingreso ni con el empleo, fuera a corto o largo plazo, sino que la decisión de inversión reflejaba las fluctuaciones o cambios en la confianza económica, sin basarse en fundamentos de la economía real ni en cálculos matemáticos precisos. Esta idea aún es defendida por sus seguidores, en especial la escuela poskeynesiana.

Kalecki (1943), autor poskeynesiano, planteaba que para estimular la inversión privada se debían considerar las siguientes alternativas: (i) la tasa de interés o impuesto sobre la renta o ambos, la cual se reduce drásticamente en la depresión y aumenta en el auge. En este caso, dependiendo del periodo y amplitud del ciclo económico, el empleo se reducirá en la depresión y en el auge puede estar lejos del pleno empleo. (ii) La tasa de interés o de utilidad fiscal se reduce en la crisis, pero no aumenta en el auge posterior. En dicho caso, el auge durará más tiempo, pero debe terminar en una nueva caída: una reducción en la tasa de interés o de utilidad fiscal.

Por supuesto, para eliminar las fuerzas que causan las fluctuaciones cíclicas de una economía capitalista será necesario reducir la tasa de impuesto sobre la renta o interés nuevo. Así, en un futuro no muy remoto, la tasa de interés tendría que ser impuesto negativo y sería necesario reemplazar los ingresos por un subsidio. Lo mismo podría surgir si se tratara de mantener el pleno empleo, al estimular la inversión del sector privado mediante la reducción de la tasa de interés y el impuesto sobre la renta.

Si no se hacen efectivos los mecanismos de la política monetaria y fiscal, propuestos anteriormente para contrarrestar el desempleo e incentivar la inversión privada, la falta de confianza de los empresarios frente a la viabilidad de esas medidas descritas podría ocasionar algunas dificultades. Este punto coincide perfectamente con el estado de confianza planteado por Keynes. Si la crisis es fuerte, es posible que los empresarios tengan una visión muy pesimista del futuro y, a largo plazo, la reducción de la tasa de interés o de utilidad fiscal puede, entonces, tener poco o ningún efecto sobre la inversión, la producción y el empleo. Incluso aquellos que abogan por estimular la inversión privada para contrarrestar la depresión no se basan exclusivamente en la política monetaria, pues también deben considerar la política fiscal expansiva a través de la inversión pública.

En la actualidad se considera que los líderes empresariales y sus expertos, por lo menos algunos de ellos, tenderían a aceptar la inversión pública financiada con préstamos como un medio de alivio de las depresiones (Kalecki, 1943).

El estado de la expectativa de largo plazo como base para las decisiones de los inversionistas depende tanto de los pronósticos que éstos tengan, como de la confianza con que se efectúe la previsión. Esta idea es fundamental en la toma de decisiones para los inversionistas que han depositado su confianza en los rendimientos probables esperados que puedan ofrecer los productos del mercado financiero. Sobre esta base, dos factores afectan la tasa de inversión: la curva de eficiencia marginal del capital y el estado de confianza.

El concepto de confianza es fundamental en Keynes y, en la economía, es un acto racional. La gente usa la información disponible para adoptar las decisiones más adecuadas y, cuando tiene confianza, compra bienes y servicios. Esta última es esencial para estimular y promover la inversión, pero, según los autores, su concepto va más allá de lo racional. Para ellos, cuando hay

confianza se producen efectos multiplicadores en la economía que hacen que el progreso económico y social sea mayor al proyectado. Si se pierde la confianza, los mercados de crédito se congelan y las entidades financieras dejan de creer en la capacidad de repago de las obligaciones de sus clientes. Ni siquiera las empresas pueden obtener préstamos sencillos para capital de trabajo.

El nivel de confianza es un mecanismo que permite a los inversionistas manejar cierto grado de información de acuerdo con sus expectativas, especialmente por la posibilidad de obtener una tasa de rentabilidad que incremente sus beneficios; aunque este criterio puede ser considerado, desde el punto de vista económico, como un acto racional para incrementar la tasa de ganancia, desde el punto de vista psicológico puede significar un comportamiento irracional, pues el deseo de realizar nuevas inversiones puede conllevar a un efecto multiplicativo que desde el punto de vista keynesiano se espera sea compatible con la expansión del producto nacional y el gasto; sin embargo, algunas de estas aspiraciones pueden estar limitadas por las exigencias que impone el sistema financiero para la realización de dichas inversiones, así como las tasas de interés que aplica, al momento de solicitar los créditos; esta restricción podría reducir el efecto multiplicativo del gasto que permite incrementar el producto nacional y, por ende, el ingreso y el empleo (Fuentes, 2010).

Para Keynes existen muchas inversiones individuales cuyo rendimiento probable está dominado por los beneficios a largo plazo y por la confianza; por ejemplo, el caso de la adquisición de vivienda cuya financiación es a largo plazo y el inversionista, con frecuencia, cubre el riesgo del crédito con la renta que paga el inquilino. Este es un tipo de acuerdo que permite contrarrestar, en el largo plazo, los efectos que le pueda ocasionar al propietario del inmueble el no pago de la obligación, al transferirle al arrendatario el pago de la obligación a través del alquiler. Los beneficios probables se ven reflejados a largo plazo, cuando el propietario del inmueble haya pagado la totalidad de la obligación con el sistema financiero y el inmueble genere algún rendimiento probable esperado si decide continuar con el alquiler.

En Colombia, el aumento en los precios de la vivienda asociado a la limitación de suelos para la construcción ha hecho que las entidades financieras no incrementen demasiado las tasas de interés aplicadas a la financiación de los créditos hipotecarios. Con esto se buscaba evitar problemas de impago en las cuotas, como sucedió al final de los años noventa y mitigar, así, el riesgo de crédito. Los hogares tienen un manejo más prudencial en cuanto al pago de las obligaciones, al considerar expectativas de largo plazo sobre los ingresos a obtener y los rendimientos probables esperados que puedan conseguir si deciden alquilar el inmueble. El riesgo de tasa de interés para los deudores es más bajo que antes, si consideramos que el 70% de la deuda actual fue contraída a tasa fija (Asobancaria, 2013).

Otro caso de aplicación de la teoría de las expectativas a largo plazo es el mercado de bonos en el que los inversionistas, en que los inversionistas, según su precio y el retorno de

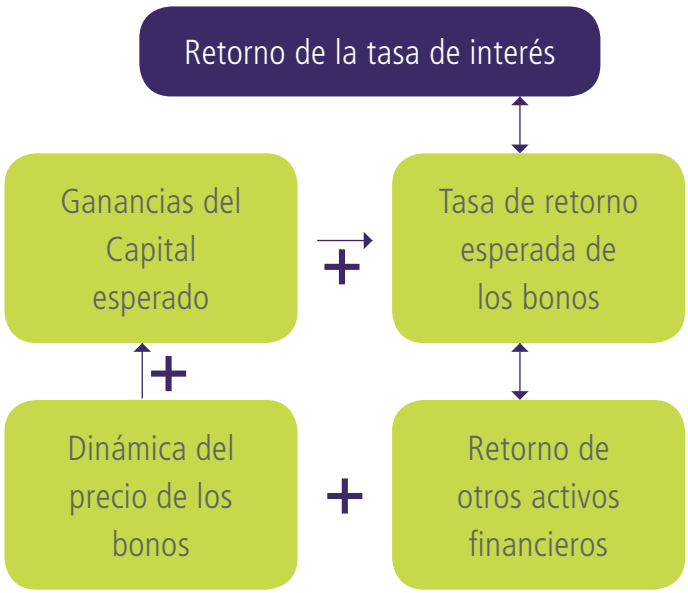
la tasa de interés, generan expectativas sobre las ganancias de capital y la tasa esperada de retorno. Sobre esta base, Blanchard y Fischer añaden la dinámica del precio de los bonos o la tasa de interés de retorno junto a la dinámica del multiplicador en el mercado de bienes, en la que este último es financiado en el mercado de bonos.

Asimismo, describen la dinámica del mercado de bonos y el acelerador financiero, mostrar que un mecanismo de retroalimentación positivo entre las ganancias esperadas del capital, la dinámica del precio de los bonos y las ganancias actuales de capital retroalimenta nuevamente las ganancias del capital esperado para el inversionista *(Ver Figura 1)*.

En el largo plazo, el crecimiento de las expectativas de las ganancias de capital incrementa el precio de los bonos y, a su vez, aumentarán las ganancias esperadas del capital, lo que supera la inestabilidad acumulada que conlleva los ajustes de precios. Por tal razón, el concepto de expectativas y ganancias de capital son importantes para explicar el comportamiento del mercado de bonos en el largo plazo y su relación con el mercado de bienes.

Figura 1.

El mercado de bonos en el largo plazo



Fuente: Chiarella Carl, Flaschel, Franke and Semmler Willi. *Financial Markets and the Macroeconomy. A Keynesian perspective,* (Chiarella Carl, 2009, p. 46)

Por lo anterior, la teoría de las expectativas y la incertidumbre constituye la base para explicar la teoría de la preferencia por la liquidez y el riesgo desarrollada posteriormente por James Tobin. El problema de enfrentarse a lo desconocido y determinar formas

de afrontarlo con racionalidad es uno de los aspectos más sugerentes acerca de su visión de la economía y los mercados.

Como se ha descrito, la incertidumbre respecto al comportamiento futuro de la tasa de interés se considera la única explicación accesible de la preferencia por liquidez que conduce a la tenencia de efectivo. Para Keynes (1937), la liquidez es "La incertidumbre respecto al curso futuro de la tasa de interés es la única explicación inteligible de la preferencia por liquidez L_2, lo que conduce a la tenencia de efectivo M_2…cualquier estado de expectativas una baja de de la tasa de interés r irá acompañado de un aumento de M_2" (Keynes, 1937, p. 203) y tiene una relación inversa cuando la cantidad de dinero M depende de la función de preferencia por liquidez respecto a la tasa de interés: M = L(r). La liquidez es susceptible de provocar inestabilidad, puesto que depende en un altísimo grado del estado de confianza y puede desaparecer por completo, de forma súbita, como ha sucedido en la crisis financiera actual. La liquidez permite a los individuos adquirir productos en el mercado de bienes o disponer de recursos para invertir en el mercado de bonos, según la tasa de interés.

La preferencia por la liquidez

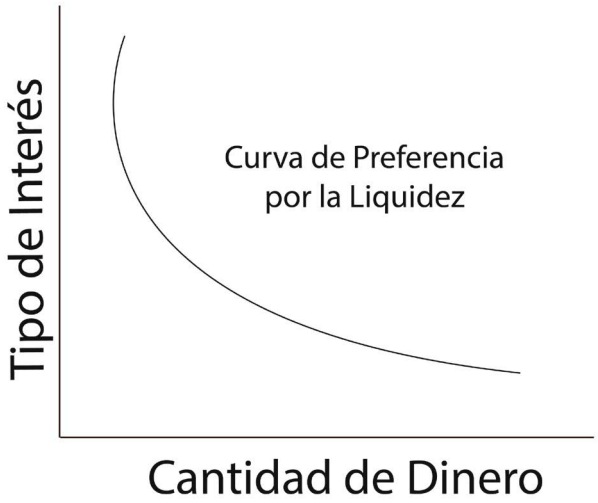
La preferencia por la liquidez es un referente esencial para explicar los conceptos de tasa de interés y empleo, así como para determinar la cantidad de dinero que el público guardará cuando no conozca dicha tasa. El concepto de preferencia por la liquidez y su relación con el dinero se puede expresar a partir de las siguientes definiciones: una relacionada con las operaciones de negocios corrientes en la que se sacrifica la rentabilidad que genera la tasa de interés y otra relacionada con la reserva de valor asociada a una tasa de interés que nunca será negativa. Sin embargo, siempre será razonable buscar alguna rentabilidad que retener el efectivo en su expresión natural.

De otra parte, la incertidumbre respecto al comportamiento futuro de la tasa de interés es una condición necesaria para que exista la preferencia por la liquidez; así se conozca una tasa de interés fija, los agentes no pueden prever con certeza el comportamiento futuro de las tasas; sin embargo, las tasas venideras podrían inferirse de las presentes con el fin de planificar las deudas a diversos plazos y condiciones. En este sentido, Keynes utiliza el término 'riesgo del desengaño' cuando se refiere a la necesidad de liquidez de manera anticipada a la prevista en condiciones iníciales y a la que se confió la tasa de interés.

Para el estudio de la estructuración de portafolios en Ingeniería Financiera, el concepto de la teoría de la preferencia por la liquidez desempeña un papel fundamental, pues se configura como una posible alternativa frente al riesgo y la incertidumbre. Cuanto más fuerte sea la preferencia por la liquidez, tanto más baja será la tasa de interés y cuanto mayor sea la cantidad de dinero, tanto más bajo será el tipo de interés *(ver Figura 2).*

Figura 2.

Curva de la preferencia por la liquidez



Fuente: Elaboración Propia

Keynes identifica y propone tres motivos para que ocurra la preferencia por la liquidez:

a. *Transacción:* se refiere a la cantidad de dinero que se estima necesaria para la relación con la producción, la renta y el empleo. Un incremento en la producción aumenta la renta y el empleo, tiene repercusión en el precio de los bienes y servicios y de inmediato se evidencia una demanda de dinero por este motivo.
b. *Precaución:* es el stock de capital que los individuos y las empresas estiman pertinente mantener como recurso adicional para la transacción. Esto depende principalmente del grado de conservadurismo de los sujetos, dadas las expectativas del surgimiento, o no, de gastos no considerados inicialmente: compras suntuosas, imprevistos, obligaciones de cuya fecha de vencimiento no se tiene certeza y modificaciones al presupuesto, entre otros.
c. *Especulación:* está sujeto de forma directa al tipo de interés y al apetito de atesorar y generar superávit de riqueza. Surge por la condición del valor del dinero en el tiempo y el tipo de interés al que se puede aspirar en distintos escenarios. Keynes lo define como el intento de anticiparse al futuro.

El motivo especulativo de la liquidez está relacionado directamente con la tasa de interés; según Keynes:

> Si podemos desdeñar los costes de mantener liquidez siempre será ventajoso retener dinero en vez de prestarlo, si el tipo de interés no es superior a cero. A largo plazo, la tasa de interés positiva puede ser superior porque ha de responder al riesgo, el que resulta del hecho de que el prestamista a largo plazo puede desear contar con liquidez antes de la fecha fijada de amortización y, entre tanto, si el tiempo de interés a corto plazo ha aumentado, se vería impactado por una sustancial pérdida. (Hicks, 1937, p. 149).

La anterior afirmación demuestra que el motivo 'especulación' asume el riesgo cuando se enfrenta a una tasa de interés alta y el objetivo para el inversionista es obtener una mayor ganancia. De otra parte, los motivos 'transacción' y 'precaución' obedecen más a un criterio de necesidad y moderación que de aspiración a un mayor rendimiento. Estos motivos actúan en función de la actividad económica y el ingreso, ya que un mayor ingreso genera una mayor demanda de liquidez para efectuar transacciones.

Algunos autores colombianos sobre asuntos financieros, como Oscar León García y Héctor Ortiz Anaya, en sus publicaciones de temas relacionados con el examen, el diagnóstico y el tratamiento financiero centran su atención en el análisis de indicadores cuya relación determina la eficiencia, la disponibilidad, los niveles adecuados y la oportunidad de liquidez en la organización: con ello se busca enfrentar el constante devenir empresarial en su relación con sus proveedores y sus clientes.

Otros autores de temas relacionados con la gestión financiera asocian los motivos de preferencia por la liquidez como un recurso indispensable para analizar asuntos como costos, presupuestos, organización del inventario en cualquiera de las etapas de producción, gestión del efectivo y decisiones de inversión. El propósito prioritario está en la fácil convertibilidad de recursos ociosos, que obtienen una rentabilidad mínima para atender necesidades inmediatas de liquidez. En Ingeniería Financiera a esta tasa de rentabilidad mínima se le conoce como tasa de interés de oportunidad, TIO, tasa de retorno mínima esperada, TREMA, o sencillamente tasa esperada de retorno, TER.

Mientras los motivos 'transacción' y 'precaución' son sensibles a las variaciones de la tasa de interés, el motivo 'especulación' resulta más beneficiado por dichos cambios, cuyo efecto se reflejará en las modificaciones sobre la cantidad de dinero, que es la base sobre la que se sustenta la política monetaria. Un aumento de la demanda de dinero para efectuar transacciones o compra de bienes puede conseguirse al usar el que se tenía previsto para especulación o precaución.

La necesidad, o tal vez la ansiedad, de los individuos de atesorar más dinero tiene consecuencias importantes para el sistema económico; en este sentido, el concepto keynesiano

de preferencia por la liquidez puede ser concebido como la propensión al atesoramiento. Dicho de otra forma, los saldos ociosos se crean por la actividad de crédito; es una manifestación del fenómeno de creación secundaria del dinero.

Una vez creado el crédito, existirá un abono o depósito bancario y sólo hasta el momento en el que el tomador del crédito realice una operación con un agente no bancario, no habrá efecto económico real; es decir, el crédito impulsa el consumo. Un saldo de ahorro en un periodo *t* se hace activo vía préstamo bancario en *t + 1.*

Un crédito bancario es la redistribución temporal del dinero. Cuando esto sucede, se produce una interrupción agregada entre el flujo de ingreso real y el flujo de bienes. La convertibilidad de bienes por exigibilidades con el sector bancario es una expresión del multiplicador bancario.

Los bancos no prestan ni transfieren directamente capital real. Sólo hay transferencia de saldos o capacidades. Desde esta óptica, la dinámica bancaria obliga a la existencia de un capital flotante que actúa a manera de reserva y se convierte en el insumo o materia prima de los bancos para responder por futuras exigibilidades e incrementos en posiciones activas de cartera; éstas sólo se hacen tangibles en el momento del desembolso real en el que el prestamista o agente no bancario toma el saldo monetario y lo transa o convierte en dinero a la vista y palpable.

Otros motivos que menciona Keynes, para preferir la liquidez, sirven para incentivar el consumo y los negocios, los cuales permiten aumentar la producción y las ventas de bienes y mejorar la rentabilidad de las inversiones; éste es el mismo concepto que la Ingeniería Financiera estudia cuando analiza temas como ciclos de caja, rotación de cuentas por cobrar, indicadores de rotación de inventario y otros relacionados con el capital de trabajo y la velocidad del dinero.

Finalmente, Keynes define la demanda de dinero como la necesidad de liquidez que tienen los individuos para realizar los motivos -'transacción', 'especulación' y 'precaución'-, mencionados anteriormente y dicha demanda tiene una estrecha relación con la tasa de interés y el ingreso. El principio fundamental se define con la siguiente ecuación (Keynes, 1937, pág. 201):

$$L1\,(Y) + L(r) = M = M1 + M2$$

Los conceptos incorporados en el agregado M1, a saber efectivo, depósitos y cheques, explican la demanda de dinero por los motivos transacción y precaución; *M2 –M1 + ahorro e inversión*– se refiere al motivo especulativo. El comportamiento de los agentes de una economía que cuentan con dinero para invertir, y que con estrategias de Ingeniería Financiera realizan inversiones debidamente concebidas, contribuye a la determinación clara de una tasa de interés como sucede en el caso de compra de acciones e instrumentos de renta fija, ya sean de tipo corporativo o del Tesoro.

James Tobin y su teoría de preferencia por la liquidez como comportamiento frente al riesgo

Un autor que continuó con las reflexiones de Keynes fue James Tobin, quien explicó la teoría de preferencia por la liquidez y su relación frente al riesgo, así como la relación inversa entre la demanda de dinero y la tasa de interés. Consideraba que los inversionistas tienen expectativas fijas con respecto al interés futuro, pues el inversor espera que al final de cierto periodo los intereses que generan los activos financieros sean ciertos e independientes de la información de la tasa actual, es decir que la persona tiene la certeza de que al final de ese periodo le proporciona el valor de la inversión y la tasa de interés con una ganancia o pérdida de capital.

Asimismo, Tobin establece que son dos las fuentes de la preferencia por la liquidez, las cuales son mutuamente excluyentes (Tobin J. , 1958):

1) La inelasticidad respecto a las expectativas de las tasas de interés futuras.
2) La incertidumbre respecto a las futuras tasas de interés.

Estas fuentes definen la preferencia por la liquidez de los inversionistas, a partir de las expectativas e incertidumbre que tengan sobre las tasas de interés del mercado. Para el primer caso, ellos consideran que los cambios en la tasa de interés no afectan la preferencia por la liquidez; es decir, las expectativas sobre el comportamiento futuro de las tasas son ciertas e independientes y, de antemano, saben cuál podría ser la ganancia o pérdida del capital invertido, de acuerdo con la tasa de interés del mercado. Para el segundo caso, la incertidumbre respecto al comportamiento futuro de las tasas afecta las decisiones de los agentes y genera diversas actitudes frente al riesgo, ya que este último será mayor a medida que el capital invertido sea más alto.

El aporte de Tobin puede considerarse importante en el desarrollo teórico de la ingeniería financiera, pues introduce elementos fundamentales que ayudan a explicar las actitudes que asumen los inversionistas frente al riesgo en momentos de incertidumbre, en los que la tasa de interés presenta fluctuaciones y las estimaciones de dichos agentes por mantener activos financieros son subjetivas. En tal sentido, la experiencia que se tenga del mercado y las medidas de política fiscal y monetaria tendrán alguna incidencia en dichas estimaciones y en la definición del principio de diversificación que pueda asumir el inversionista cuando los precios y las tasas son volátiles, frente a la postura keynesiana en la que el inversor mantendrá todo en un sólo activo.

El concepto de tasa de interés y su relación con la Ingeniería Financiera

Keynes aborda el concepto de tasa de interés en dos sentidos, desde el punto de vista del ahorro y desde el punto de vista de la inversión. Desde la perspectiva del ahorro, la tasa de interés se considera como

> La recompensa por privarse de liquidez durante un periodo de tiempo determinado. De igual manera, la define como "el precio que equilibra el deseo de conservar riqueza en forma de efectivo y es la inversa de la proporción que hay entre la suma de dinero y lo que puede obtener por desprenderse del mismo a cambio de una deuda durante un determinado periodo de tiempo (Keynes, 1937, p. 176).

Él destaca dentro de este concepto la existencia de incertidumbre con respecto al comportamiento de la tasa de interés que regirá en las fechas futuras; de esta idea surge la influencia del concepto de la teoría de la preferencia por liquidez y su relación con el efecto intertemporal de la tasa de interés.

La preferencia por liquidez aumenta a medida que la tasa de interés disminuye, pues no hay incentivos para la inversión en el mercado de activos financieros como los bonos. Además, cuando aumenta la cantidad de dinero puede esperarse un descenso en la tasa de interés que incentive la inversión y, por tanto, la ocupación, el ingreso y el consumo. En tal sentido, la tasa representaría un costo por no disponer de la liquidez necesaria para la inversión. La expectativa de una disminución del valor del dinero estimula la inversión y, por ende, el empleo en general, porque eleva la eficiencia marginal del capital, es decir, la curva de demanda de inversión (Keynes, 1937).

Cuando analiza el tema de la demanda de inversión efectuada por los empresarios, explica su relación con la eficiencia marginal del capital y la tasa de interés, en términos de la tasa real de interés, que define como "la que tendría que regir en términos de una variación del estado de las expectativas respecto al valor futuro del dinero, para que esta variación no afecte la producción corriente" (Keynes, 1937, pág. 153). De otra parte, es importante recalcar la dependencia entre la eficiencia de un volumen determinado de capital y los cambios en las expectativas, pues mediante esta relación la eficiencia marginal del capital queda sujeta a fuertes fluctuaciones de la actividad económica que son una base fundamental para explicar los ciclos económicos.

En efecto, Keynes concibe la tasa monetaria de interés esbozada en la Teoría General como una variable que incide en el límite del volumen de ocupación, en el sentido que determina el nivel que debe alcanzar la eficiencia marginal de un bien de capital fijo para volverse a producir; por tal razón, da un concepto muy concreto de la tasa al considerar que no es más que: "el porciento de excedente de una suma de dinero contratada para una entrega futura, por ejemplo a un año de plazo, sobre el precio inmediato o efectivo de esa suma" (Keynes, 1937, p. 220). Ese porcentaje determina lo que el inversionista debe pagar por el costo de uso del capital fijo, el cual tiene una relación inversa con la demanda de inversión para aumentar la eficiencia marginal.

El ahorro y la inversión explicados por la tasa de interés: comparación entre los clásicos y Keynes

Keynes propone que la eficiencia marginal del capital influye en el volumen de las inversiones y, a su vez, que la tasa de interés define el total de fondos disponibles para realizarlas; por esta razón, la tasa de interés no genera equilibrio entre la demanda de inversión y los ahorros, sino que dicha tasa se fija en el mercado.

Cuando expone el concepto de la tasa de interés y su relación entre el ahorro y la inversión, efectúa una contrastación teórica al considerar los planteamientos clásicos, que establecen que la tasa de interés resulta de la intersección entre los ahorros, los cuales se transforman en fondos prestables y en inversión. Sin embargo, estos postulados son criticados por Keynes principalmente en virtud de los fondos prestables.

Para Keynes, la tasa de interés no tiene incidencia directa en el ahorro de los agentes superavitarios de capital y hace énfasis en el concepto de propensión marginal al consumo, al considerar que el gasto aumenta en relación con el ingreso, pero existe la esperanza de que se ocasione un mejor ahorro en términos de cantidad. No obstante, el excedente del consumo no necesariamente irá al ahorro o la inversión, por los motivos psicológicos de mantener liquidez para situaciones de precaución.

Cuando se estudia el mercado de capitales en Ingeniería Financiera, se analizan las alternativas de inversión con diferentes niveles de exposición frente al riesgo, en las que la tasa de interés se convierte en un criterio fundamental para la toma de decisiones de los empresarios; no obstante, este análisis se hace sobre un capital disponible para una inversión coherente con perfiles de tipo conservador, moderado o agresivo.

Keynes, en coherencia con el sistema bancario y la actuación de medidas de política monetaria de expansión o contracción, asegura que las variaciones negativas de la tasa de interés están relacionadas de forma inversa con la preferencia por la liquidez.

La teoría clásica considera la tasa de interés como un factor que equilibra la demanda de inversiones con el ahorro y, a su vez, como el precio de los recursos para invertir. Sin embargo, la anterior definición es insuficiente, ya que no necesariamente un individuo que ahorra estimula automáticamente la producción de capital, dado que la tasa de interés no siempre incentiva el ahorro y, por consiguiente, la producción. En el contexto de la Teoría General se afirma que el tratamiento de la tasa de interés ha sido erróneo:

Es cierto que la necesidad de la igualación de las ventajas de la elección entre ser dueño de préstamos y activos requiere que la tasa de interés deba ser igual a la eficiencia marginal del capital. Pero esto no nos dice en qué nivel la igualdad será efectiva (Keynes, 1937).

Para Keynes, a diferencia de la escuela neoclásica cuya premisa es que el ahorro y la inversión pueden ser realmente desiguales, la escuela clásica ha aceptado la idea de que son

iguales. Keynes se opone a la concepción clásica de creer que todo acto individual de aumento de los ahorros genera un incremento en la inversión. De acuerdo con esto, la teoría clásica desconoce los cambios que suceden en el nivel de ingreso al ser considerados como constantes; por ello, es importante tener en cuenta las alteraciones que puedan presentar el nivel de ingresos y su relación con la tasa de inversión; con diferentes niveles de ingreso se pueden dar diferentes niveles de inversión.

En un sistema en el que el nivel de ingresos de dinero es fluctuante, la teoría ortodoxa no está a la altura de lo que se requiere para dar una solución. Sin duda, esta teoría ha fracasado en descubrir dicha discrepancia, porque siempre ha asumido tácitamente que el ingreso se da a un nivel correspondiente con el empleo, cuando todos los recursos están disponibles. En otras palabras, asume de manera implícita que la política monetaria es tal, que la tasa de interés en ese nivel es compatible con el pleno empleo. Por tanto, es incapaz de tratar el caso general a partir de una tasa de interés que equilibre el ahorro y la inversión, por en el que el empleo es susceptible de fluctuar y, por consiguiente, afecta el ingreso y la inversión.

Adicionalmente, ante alternativas de inversión en títulos valores, por ejemplo, no sólo la interacción de las curvas ni el nivel de ingreso logran determinar el nivel de la tasa de interés, en razón a que hasta ahí no se ha incorporado la dimensión del riesgo. Para Keynes el interés no debe considerarse únicamente como la recompensa por esperar.

Los clásicos también advierten que no es seguro que los recursos ahorrados aumenten siempre que crezca la tasa de interés y que la curva de demanda de inversión baje al subir dicha tasa. En lo primero, Keynes asegura que los clásicos están equivocados, pues afirma que sus teorías que procuran explicar la tasa de interés de la eficiencia marginal del capital no son correctas. Por tanto, la tasa de interés puede ser igual a la eficiencia marginal del capital, pero no es suficiente para hacer de esto una teoría. Es decir, la producción de nuevas inversiones se llevará hasta el nivel en que la eficiencia marginal del capital se iguala con la tasa de interés.

Las expectativas y la teoría financiera

Las expectativas están vinculadas a la teoría financiera a través de la hipótesis de la anticipación o previsión de un futuro no conocido, no se cuantifican de una sola forma y dependen del enfoque matemático y financiero del que se parta en el planteamiento del problema de predicción o de estudio, sobre el comportamiento de los agentes y la evolución de las series temporales.

En el estudio de las expectativas financieras la teoría general de Keynes y la teoría de la probabilidad se diferencian según el contexto teórico: la teoría tradicional, la moderna y los nuevos enfoques. Las diversas posiciones teóricas que existen estudian la inversión y pueden sintetizarse en la oposición entre el trabajo de los neoclásicos sobre dicho concepto y los poskeynesianos.

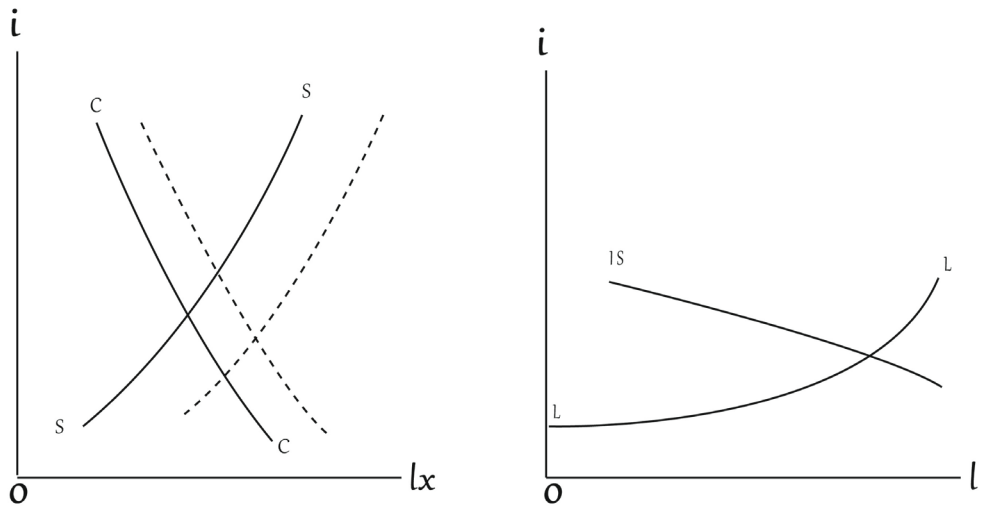
Keynes hace parte de la teoría tradicional, la cual se aproxima a un reflejo del estado o previsión contable de la operación financiera a través de diversos indicadores y tasas, como la de interés, la de inversión, la eficiencia marginal del capital y los rendimientos probables esperados.

Hicks (1937), otro autor de la teoría tradicional, elaboró una síntesis entre la teoría clásica y la de Keynes a partir de la Teoría General de la ocupación, en la que plantea una nueva propuesta a la Teoría General desde un punto de vista matemático, conocida con el nombre del modelo IS-LM (véase *Figura 3*). A nivel financiero, este modelo ha sido importante para ilustrar la determinación de la tasa de interés y el ingreso en los mercados de dinero y de bienes; a su vez, esta tasa de interés ha sido fundamental para explicar en el mercado monetario, el concepto de preferencia por la liquidez, la inversión de las empresas y su relación con la eficiencia marginal del capital, así como el equilibrio entre el ahorro y la inversión.

El concepto de tasas de interés, propuesto por Keynes e igualmente abordado por Hicks, ha sido de vital importancia para entender el papel del mercado de capitales en el sector financiero, en el que los fondos de ahorros de los agentes financian las inversiones empresariales a mediano y largo plazo, cuando se invierten en los mercados de valores.

Figura 3.

Modelo IS-LM a partir de la síntesis clásica y keynesiana propuesta por Hicks.



Fuente: (Hicks, 1937, p. 157)

Mediante la síntesis de los modelos clásico y keynesiano, Hicks estableció la teoría general generalizada empleando las siguientes ecuaciones (Hicks, 1937, p. 150):

$$M=L(I,i), I_x=C(I,i), \quad I_x=S(I,i)$$

En esta ecuación *M* refleja la oferta monetaria y es equivalente a la demanda de dinero *L(I,i)*, que está en función relacionada directamente con el ingreso I e inversamente con la tasa de interés *(i)*. La segunda identidad muestra la inversión en un bien *x*, *(I_x)* igual a la eficiencia marginal del capital *C(I,i)*, que está en función del ingreso y la tasa de interés y, finalmente, la inversión del bien *x* I_x es igual al ahorro *S(I,i)* el cual está en función directa con el ingreso y la tasa de interés. Este sistema general generalizado buscaba determinar una tasa de interés y un ingreso de equilibrio para lograr un nivel de pleno empleo de la mano de obra.

La teoría tradicional es más bien una recopilación de reglas de actuación utilizadas por los inversores y gestores, reglas que se han complejizado con el desarrollo de los mercados financieros y que abarcan desde criterios no-financieros —como el plazo de retorno—, criterios financieros —como el valor presente neto y la tasa interna de retorno—, indicadores de rentabilidad y situación —como el índice de *Sharpe*– y otras descripciones matemáticas de las operaciones financieras de inversión. Estas reglas marcan la eficiencia de la decisión financiera en tanto que cuantifican las ganancias de cada alternativa y muestran una comparativa o un orden de selección.

La teoría moderna de finanzas surge a mediados del siglo XX a partir de los trabajos, entre otros, de Harry M. Markowitz, Eugene Fama, William Sharpe, S.A. Ross, F. Black, M. Scholes, Robert Merton, Franco Modigliani (1973), Robert Lucas y Paul Samuelson. Se fundamenta en la teoría neoclásica y asume el equilibrio del mercado y el comportamiento racional de los agentes económicos. Estos supuestos garantizan la eficiencia del mercado al no sobrevivir ninguna estrategia que no optimice las ganancias e imponer la ley de un sólo precio —el teórico o de equilibrio— que "regula" cada transacción.

Robert Lucas, autor que pertenece a la corriente de pensamiento denominada nueva economía clásica, desarrolló la teoría de las expectativas racionales cuyo supuesto básico es que la gente aprende de sus propios errores. Dicha hipótesis plantea que los agentes estiman los datos económicos futuros con toda la información disponible. Este aporte teórico es fundamental para entender el papel de las expectativas en los modelos de predicción de las tasas de interés y la tasa de cambio para inversiones en el sector financiero a plazos superiores a un año.

Franco Modigliani (1973) hace una introducción a los conceptos de riesgo y retorno en su artículo denominado Teoría del Retorno, publicado en 1973, en el que presenta brevemente los fundamentos de la teoría del portafolio. En dicho artículo especifica el tema sobre la medi-

ción de riesgo y desarrolla una hipótesis que relaciona el rendimiento esperado y el riesgo, para los inversores institucionales. Aunque no ofrece un conjunto de respuestas definitivas, sobre el tema institucional, sí presenta un contexto general y una evidencia empírica importante que aporta al desarrollo teórico y conceptual de la Ingeniería Financiera. (Modigliani, 1973)

A manera de conclusión

Los conceptos de expectativas e incertidumbre, analizados por Keynes en su obra *La Teoría General del Interés, la Ocupación y el Dinero*, han sido fundamentales para entender los problemas que se han presentado en los mercados financieros en situaciones de crisis. Cuando Keynes rebate los paradigmas ortodoxos de los mercados, es porque muchos de ellos no resolvieron las fisuras que presentaron en su interior. Esta teoría suponía que los mercados estaban en equilibrio y cualquier falla regularmente era corregida por sus propias fuerzas. La cuestión radicaba en que no siempre el mercado resolvía estas deficiencias y era necesaria la intervención de algún agente externo.

Sobre esa base, Keynes analizó el comportamiento de diversos mercados en situaciones de crisis, con el fin de entender la presencia de elementos que impedían alcanzar los equilibrios deseados. Por ello, el estudio de los conceptos de expectativa e incertidumbre adquieren gran relevancia, pues en cierta medida permitieron comprender, desde otra óptica, la forma en que estas fallas del mercado desencadenaron problemas como el desempleo, la recesión y la inestabilidad financiera, entre otros.

La situación anterior constituyó un marco propicio para avanzar en el desarrollo de conceptos fundamentales de la economía que, de alguna manera, han definido los referentes teóricos que sustentan la Ingeniería Financiera. Ésta tiene como objeto de estudio, entre otros conceptos, los de riesgo, inversión, tasas de interés y preferencia por la liquidez, que permiten determinar la forma en que los agentes pueden distribuir de manera eficiente sus recursos, cuando los mercados financieros ofrecen diferentes alternativas de inversión.

Llama la atención que en el trabajo de Keynes se establecieron algunas bases que en cierta forma logran una aproximación al análisis del riesgo financiero, principalmente cuando identificó las implicaciones que ocasionaba el no pago de los créditos a los prestamistas. Dichos créditos los definió como una redistribución temporal del dinero, que afectaban las expectativas de los prestatarios sobre los rendimientos probables esperados del retorno del capital en sus proyectos de inversión y cuya utilidad debía garantizar el costo de uso del dinero y una tasa de oportunidad. Lo anterior permitió generar un primer criterio de valoración del riesgo y su relación con la tasa de interés.

Resulta importante considerar que el concepto de riesgo puede establecerse entre la probabilidad de incumplimiento del emisor, que está implícito en el título valor y la visión optimista o

pesimista del entorno que tenga el inversionista ante la existencia del riesgo. Por tal razón, Keynes sugiere la necesidad de analizar las expectativas de un inversionista tenedor de títulos que actúa en un mercado financiero, quien propende por la optimización de su dinero disponible en virtud del sacrificio de la liquidez y en razón de la confianza que deposita en un emisor.

Lo anterior también permitió el desarrollo del concepto de preferencia por la liquidez y su relación con la tasa de interés, pues el inversionista pretende maximizar la rentabilidad de sus recursos cuando decide mantener una proporción de liquidez u obtener un rendimiento probable esperado cuando invierte en los mercados financieros. Esta visión podría considerarse como un planteamiento inicial para explicar la teoría del portafolio desarrollada posteriormente por James Tobin y Harry Max Markowitz.

Referencias

Akerlof, G. (2009). *Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism*. Princeton, USA: Princeton University.

Chiarella Carl, F. F. (2009). *Financial Markets and the Macroeconomy, A Keynesian perspective.* Nueva York: Routledge.

Modigliani, F. (1973). *An introduction to risk and return concepts and evidence.pag 643-673* Recuperado de: https://ideas.repec.org/s/mit/sloanp.html" Working papers 646-73., Massachusetts Institute of Technology (MIT), Sloan School of Management.

Fuentes, D. C. (Primer semestre de 2010). Animal Sspirits. Cómo influye la psicologia Humana en la Economía J, Akerlof George A and Shiller Robert. *Revista de Economía Institucional,* 12(22), 307-313.

Hicks, J. (1937). *Mr Keynes and the classics: A suggest interpretation Econométrica.* 5(2), 147-159

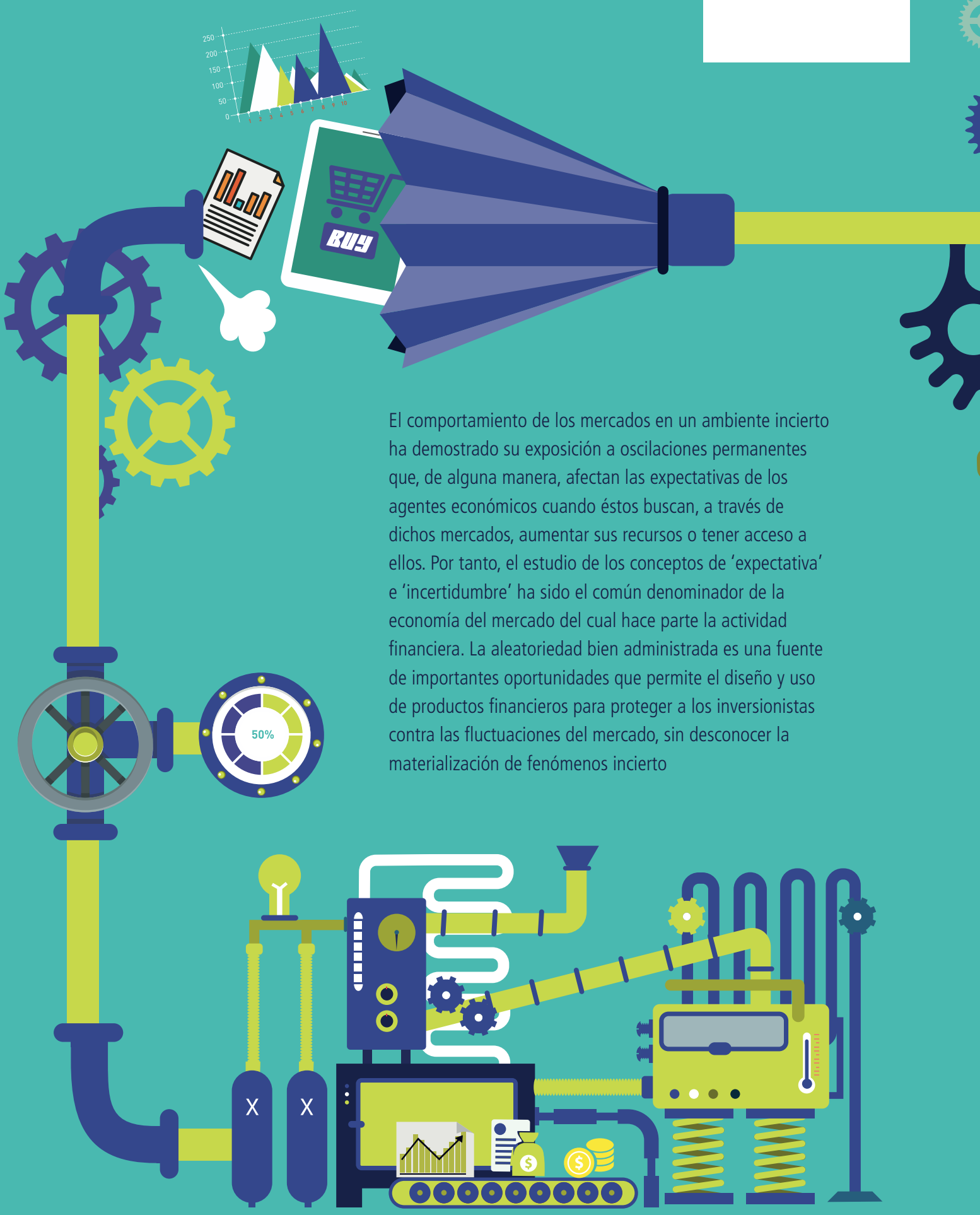
Kalecki, M. (1943). *Political Aspects of Full Employment Political Quarterly Spring of 1942. Cambridge.*

Keynes, J. M. (1937). *The General Theory of Employment. The Quarterly Journal of Economics,* 51(2), 222.

Keynes, J. (1921). *A Treatise on Probability.* London: Macmillan and Company. Recuperado de: https://en.wikipedia.org/wiki/Oxford_University_Press" \o "Oxford University Press" Oxford University Press on behalf of the Mind Association.) 31 (121): 72–85.

Keynes, J. (2003). *Teoría de la ocupación el interés y el dinero*. México D.F. Fondo de Cultura Económica.

Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies.* 25(2), pp. 65-86



El comportamiento de los mercados en un ambiente incierto ha demostrado su exposición a oscilaciones permanentes que, de alguna manera, afectan las expectativas de los agentes económicos cuando éstos buscan, a través de dichos mercados, aumentar sus recursos o tener acceso a ellos. Por tanto, el estudio de los conceptos de 'expectativa' e 'incertidumbre' ha sido el común denominador de la economía del mercado del cual hace parte la actividad financiera. La aleatoriedad bien administrada es una fuente de importantes oportunidades que permite el diseño y uso de productos financieros para proteger a los inversionistas contra las fluctuaciones del mercado, sin desconocer la materialización de fenómenos incierto