

La Economía Financiera del Futuro.
Los retos de las Finanzas

Lección inaugural del Curso Académico 2022-2023,
pronunciada por D. Alberto de Miguel Hidalgo,
Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad
de la Universidad de Salamanca,
en el solemne Acto Académico celebrado
el día 19 de septiembre de 2022
presidido por el Sr. Rector Magnífico D. Ricardo Rivero Ortega.

| ALBERTO DE MIGUEL HIDALGO |

La Economía Financiera del Futuro. Los retos de las Finanzas



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

SECRETARÍA GENERAL

2022

© 2022 de los textos:
Alberto de Miguel Hidalgo

© 2022 de esta edición:
Universidad de Salamanca. Secretaría General

Edición no venal

Imprime: Gráficas Lope

Hecho en la UE - Made in EU

| ÍNDICE |

1. INTRODUCCIÓN

11

2. UNA BREVE HISTORIA DE LAS FINANZAS

19

3. HACIA DÓNDE SE DIRIGEN LAS FINANZAS

33

*a) Finanzas 4.0. Las herramientas
para la digitalización de las finanzas*

35

i. Blockchain. Decentralized Finance (DeFi)

38

ii. Automatización Robótica de Procesos (RPA)

56

iii. Inteligencia artificial (AI)
y Aprendizaje Automático (*Machine Learning*)

60

iv. Analítica de Datos (Data Analytic)

64

v. Ciencia de Datos (Data Science)

74

b) *Finanzas 5.0. Volviendo a las personas*

88

4. LOS RETOS DE LAS FINANZAS

95

a) *Lo que aún no sabemos de finanzas*

95

b) *¿Por qué los sistemas financieros son tan propensos a las crisis?*

98

1. El momento Minsky

103

c) *La función financiera del futuro*

108

5. CONCLUSIONES

115

6. BIBLIOGRAFÍA

119

Excmo. Sr. Rector Magnífico
Excmos. e Ilmos. Señores
Miembros de la comunidad universitaria
Queridos amigos
Señoras y Señores

ES UN GRAN honor para mí impartir la lección inaugural que abre las puertas del curso académico 2022-2023 de la Universidad de Salamanca. Agradezco a todos los que han depositado su confianza al haberme propuesto para pronunciar esta lección. Me llena de orgullo y satisfacción esta distinción por lo que quiero expresar mi reconocimiento al Departamento de Administración y Economía de la Empresa, al grupo de directores del sector de Letras II, al Consejo de Gobierno y finalmente al Sr. Rector de nuestra Universidad.

El tema que he elegido para la lección, «El futuro de la Economía Financiera», creo que es muy oportuno en estos momentos porque, las dos recientes crisis, la financiera de 2007 y la derivada de la pandemia de la COVID-19, a las que actualmente se añade la gran incertidumbre económica y social derivada de la guerra de Ucrania, han conducido a un replanteamiento

total en la forma en la que se adoptan las decisiones en el seno de las empresas. Las finanzas, como parte de éstas, no se han quedado atrás y, en el marco de una economía cada vez más globalizada y compleja, están experimentando una profunda transformación que, aprovechando que los desarrollos tecnológicos de los años 90 han empezado a madurar, están generando potentes herramientas que proporcionan nuevas soluciones y un apoyo decisivo a la resolución de los problemas económico-financieros de las empresas.

La finalidad de esta lección es analizar la nueva Función Financiera a la luz de la transformación digital que están experimentando las empresas y analizar los retos de futuro a los que se enfrentan. Las nuevas finanzas que se perfilan, suponen un cambio en la cultura económica. Desde la Universidad, los docentes debemos asumir la responsabilidad de trasladar a nuestros alumnos las nuevas competencias y perfiles formativos que los nuevos tiempos van a exigirles.

| 1. INTRODUCCIÓN |

LA ACTIVIDAD FINANCIERA existe desde que el hombre comenzó a utilizar el dinero. Con el tiempo el conjunto de elementos en torno a la misma, se ha ido estructurando y formando un cuerpo de doctrina al cual denominamos Economía Financiera o más comúnmente *finanzas*. Desde la perspectiva empresarial, tal y como las entendemos hoy, las finanzas pueden identificarse fundamentalmente con la evolución que la función financiera ha experimentado desde principios del siglo pasado.

La economía financiera, o simplemente las finanzas es, pues, el conjunto de conocimientos que utilizamos en distintos ámbitos de la actividad económica cuando administramos los recursos financieros escasos en el tiempo, y que nos sirven para comprender el funcionamiento de los mercados financieros, el comportamiento de los individuos y la actividad financiera de las empresas (Zisswiller, 1976).

El campo de las finanzas comprende la administración del dinero por parte de los individuos, las empresas y las instituciones

financieras. Se incluyen actividades como endeudarse, invertir, ahorrar, prestar y presupuestar el dinero. La intermediación bursátil, la gestión de riesgos y la ingeniería financiera son aspectos importantes en las finanzas. También, cuando hablamos de finanzas podemos referirnos al sistema general de los mercados financieros, donde se mueve el dinero y los que analizan estos mercados y valoran los títulos. Habitualmente, se suele organizar el contenido de las finanzas en tres grandes campos:

a) Finanzas Corporativas. Aluden a la administración financiera de las empresas. La actividad principal de los directores financieros es adoptar decisiones de inversión y financiación con el objetivo de maximizar el valor de la empresa en el habitual ambiente de riesgo en que se mueve la economía. También, no sólo deben gestionar diariamente las operaciones financieras asignando los recursos presupuestados sino que deben ocuparse de decisiones estratégicas, como son las fusiones o adquisiciones, más esporádicas en la vida empresarial pero no menos relevantes por su efecto sobre el valor.

b) Finanzas de los Mercados. Se ocupan de analizar el funcionamiento de los mercados

financieros. Se deben estudiar las funciones y características de los mercados y su papel como punto de contacto entre inversores y empresas. El papel de los intermediarios financieros y los activos o títulos financieros es fundamental. Uno de los objetivos es comprender cómo se asigna valor a los títulos en el marco de la oferta y la demanda. Para ello es necesario comprender si los mercados son eficientes y, también, cómo se comportan los inversores cuando adoptan sus decisiones de inversión financiera.

c) Finanzas Personales. Consisten en la gestión financiera de una persona o familia. Esto implica analizar la situación financiera y la actividad de esa persona para elaborar planes y estrategias para cubrir eventuales necesidades futuras. Las estrategias de finanzas personales a menudo dependen de los ingresos de la persona, los requisitos de vivienda y las metas monetarias. Por ejemplo, la gestión financiera personal se aplica a alguien que está planificando su jubilación ahorrando e invirtiendo dinero a lo largo de su carrera. Las finanzas personales también incluyen el análisis de productos financieros como tarjetas de crédito, seguros e hipotecas. Los productos bancarios como las

cuentas corrientes y de ahorro o los servicios de pago a través de móviles o en línea constituyen otros importantes componentes de las finanzas personales.

La enseñanza y la práctica de las finanzas es uno de los campos más desafiantes y apasionantes del momento. Las dos últimas décadas han visto cambios notables en las finanzas. Hemos sufrido, y aprendido, de las dos recientes crisis mundiales. La primera, la crisis financiera derivada del pinchazo de la burbuja inmobiliaria, con su consiguiente colapso de los mercados de capitales, y la reciente crisis del COVID, unida a la guerra de Ucrania, que ha puesto al mundo en el límite de lo soportable económicamente.

Y, todo ello, en torno a la globalización financiera, que se ha materializado en la eliminación de barreras entre los mercados financieros de los distintos países del mundo. Ahora, los mercados están más integrados que nunca, lo cual estimula que el ahorro y la inversión se vuelvan transfronterizos. Esto conlleva a que los inversores puedan rastrear entre distintos países las mejores alternativas de inversión, en función de la rentabilidad y riesgo esperados. Las ventajas de la globalización son más que

evidentes. Por una parte, los inversores pueden diversificar más eficientemente sus carteras a un coste operativo menor y, por otra, las empresas pueden encontrar un mayor rango de oportunidades de financiación e inversión.

No todo en la globalización financiera son ventajas. Así, existe una mayor probabilidad de contagio de las crisis financieras, las operaciones financieras a veces son más complejas y opacas y los propios productos financieros a menudo son más difíciles comprender por los inversores. Esto es así porque la globalización financiera ha venido acompañada de la globalización tecnológica.

Todo esto, ha transformado el mundo de las finanzas. Desde el corazón de la industria financiera hasta la gestión interna de las empresas, la tecnología ha condicionado en los últimos años la actividad financiera. En los últimos años las *fintech* –resultado de la contracción de las palabras inglesas *finance* y *technology*–, han revolucionado el mercado financiero alterando las bases de la competencia de los servicios financieros. Por su parte, en el ámbito de las finanzas corporativas, la tecnología ha traído a las empresas, entre otras, la automatización de

los procesos financieros, la Inteligencia Artificial (AI) para extraer información relevante de los datos o el denominado Internet de las Cosas (IoT) para medir los intangibles o introducirse en nuevos mercados. A su vez, en el espacio de los inversores, han llegado las finanzas descentralizadas (DeFi) que permiten que los propios usuarios, sin intermediarios, intercambien activos y servicios financieros a través de la tecnología *blockchain*.

Tanto la teoría como la práctica de las finanzas han avanzado a una velocidad poco común. Los nuevos desarrollos se producen día a día, a veces en el estricto ámbito interno de la práctica de las empresas, que los utilizan bajo patente, lo cual hace difícil su identificación para la necesaria actualización de los materiales de enseñanza. No obstante, siempre tenemos el recurso de preguntar directamente a los directivos financieros qué es lo que opinan ellos sobre qué es relevante en las finanzas, lo que nos permitirá, además, distinguir lo temporal de lo permanente.

Finalmente, como disciplina que evoluciona sobre la base del conocimiento, a pesar de que cada vez vamos comprendiendo mucho mejor

los diferentes temas de interés en el campo de las finanzas, todavía hay muchos aspectos de los que ignoramos las claves de su funcionamiento y que mantienen seducidos a los investigadores en su afán por comprenderlos.

| 2. UNA BREVE HISTORIA DE LAS FINANZAS |

EL CONCEPTO MODERNO de finanzas, tal y como hoy las conocemos, comienza en los años 20 del siglo pasado. Hasta los años 50, la función financiera se caracterizó por el enfoque tradicional, centrándose en los principales acontecimientos de la vida financiera empresarial, más que en los problemas de gestión rutinarios (Archer y D'Ambrosio, 1969).

Durante esta fase, la actividad se centraba más en el análisis externo de la empresa que en la adopción de decisiones en el seno de la misma (Van Horne, 1988). El interés por consolidar la empresa, que ya era de interés en la primera década del siglo XX (Dewing, 1914) y, mucho más, ante las dificultades experimentadas durante la crisis de 1929 y la posterior necesidad de no quedarse fuera del crecimiento del mercado, centraron la importancia en el análisis de fusiones, consolidaciones y quiebras, a la par que resultaba imprescindible la búsqueda de fondos, realmente escasos, en un mercado de capitales muy poco desarrollado. El interés

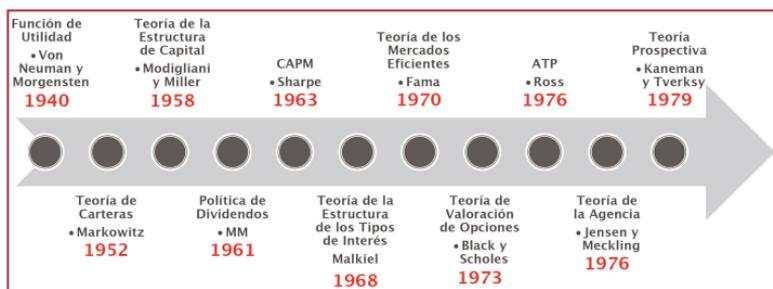
por controlar y planificar los flujos de fondos era pues una necesidad de primer orden que se prolongó hasta comienzos de los años 50.

Pero, a finales de esta década, la creciente competencia empresarial y la creación de numerosas nuevas empresas, ocasionó que la rentabilidad se redujera y los recursos financieros comenzaran a escasear. Como consecuencia, los directivos comenzaron a centrarse en los problemas de captación de capital y su influencia sobre la viabilidad de los proyectos de inversión que se debían financiar. Esto llevó a centrar la orientación en el coste del capital como valor de referencia para analizar la conveniencia de aceptar proyectos de inversión: si la rentabilidad del proyecto es superior al coste del capital necesario para financiarlo, el proyecto debería ser emprendido.

Como hasta ese momento el enfoque de las finanzas era normativo, la función financiera primordial no era la de definir cuáles eran las mejores políticas de inversión y financiación en relación con el valor de la empresa. Pero, es en estos momentos cuando se cambia el planteamiento hacia un modelo positivo, donde las políticas financieras se analizan desde una

perspectiva de causa-efecto sobre el valor de la empresa. El trabajo de Modigliani y Miller, 1958 representa el punto de inflexión que cambiaría definitivamente el tratamiento de la Economía Financiera.

Hemos calificado como edad de oro de las finanzas al periodo entre la década de los años 50 y 90 del siglo pasado, Figura 1. Dos corrientes de la economía se fusionaron y formaron los cimientos de las finanzas modernas tal y como hoy las conocemos. La primera primera, denominada Finanzas Corporativas, fue fundamentada por Modigliani y Miller (1958). La segunda, Finanzas de los Mercados, fue iniciada por Markowitz (1952) con su teoría de carteras y continuada por autores como Tobin (1958) y Sharpe (1964).



| Figura 1. Grandes hitos en la evolución de la Teoría Financiera |

No sólo estos autores, sino los que generaron las principales creaciones que se desarrollaron a partir de los trabajos seminales de MM y Markowitz han recibido el premio Nobel de Ciencias Económicas en las ediciones de los años posteriores, como se observa en la Figura 2.



| Figura 2. Los premios Nobel de las Finanzas |

La época dorada de las finanzas se ha caracterizado por una fecunda producción de teorías financieras que han dado respuesta a las necesidades más importantes de las empresas y los mercados. Entre ambos, reside el elemento común, la valoración. Esto es, la adopción de decisiones estratégicas en el seno de la empresa, como las de inversión, financiación y dividendos cobra un inusitado interés por comprender cómo éstas afectan al valor. Ahora bien, este debe ser objetivo y, por tanto, necesitamos un marco de referencia para lograrlo. Este no puede ser otro que el mercado de capitales. Necesitamos pues una teoría del valor que ayude a comprender a los inversores y a los directivos cómo el mercado procesa la información que generan las empresas y la incorpora a los precios de los activos. Por tanto, la teorías sobre la estructura de capital y la política de dividendos y las teorías sobre los mercados eficientes y los modelos de equilibrio de valoración de activos y de gestión de carteras convergen para proporcionar una nueva perspectiva a los participantes en los mercados financieros.

El conjunto de teorías desarrolladas en este ámbito son muy atractivas porque ofrecen por

primera vez una de forma explícita de comprender el valor a través de la formulación de la relación entre la rentabilidad y riesgo de los activos. En esta época, las teorías financieras van por delante de la práctica (el eterno dilema científico entre teoría y práctica) estimulando el desarrollo de los mercados de capitales. Esto es todavía mucho más patente cuando pensamos en la explosión de los mercados de Opciones y Futuros, gestados tras el enunciado del Modelo de Valoración de Opciones de Black y Scholes, 1973) y la consecuente fórmula homónima para valorar este tipo de activos derivados.

Pero esta época es tan fructífera que no sólo representa la crucial convergencia entre las teorías corporativas y las del mercado de capitales sino que rápidamente surgen nuevas teorías ante la necesidad de encajar el comportamiento de las empresas en el mundo real que había sido excluido en los modelos anteriores cuya formulación empezaba casi siempre por enunciar una hipótesis del estilo «los mercados de capitales son perfectos». Era pues, necesario contar con una verdadera teoría de la empresa. Un modelo que abriera la caja negra

(neoclásica) y que «permitiera analizar los fenómenos financieros desde una perspectiva organizacional y en la que la empresa dejase de ser esa «sombra misteriosa» que actúa en los mercados, normativamente irrelevante (Azo-fra, 2012).

A esta idea responde el trabajo de Jensen y Meckling (1976) donde se enuncia la Teoría Positiva de la Agencia, la cual en combinación con el reconocimiento del problema de información asimétrica entre shareholders vinculados con la empresa, proporciona una idea más humanística de la Economía Financiera. Ahora, en el análisis se incluye el comportamiento del individuo, que ya no tiene por qué ser esencialmente racional, como enunciaban las hipótesis de los mercados de capitales. Esto da lugar a da lugar a un jaque a la teoría neoclásica ejecutado por dos nuevos paradigmas, el primero, que podríamos denominar Gobierno de la Empresa y, el segundo, desde el campo de los mercados de capitales, las finanzas del comportamiento (*Behavioral finance*), este último a raíz de los trabajos de Kaneman y Tversky (1979) quienes cuestionan la teoría de los Mercados Eficientes de Fama (1976).

Los trabajos de La Porta et al (1998) contribuyeron a proporcionar una justificación, para el enfoque de gobierno de la empresa, de la necesidad de incorporar en el análisis los factores institucionales, legales y políticos, que pone el acento en los mecanismos de vigilancia y supervisión de los que están dentro de la organización por parte de los que están fuera. Aspectos como los márgenes de discrecionalidad directiva, la protección legal a los inversores, el desarrollo de los mercados financieros y el grado de concentración de la propiedad empresarial, conforman, ahora, todo un cuerpo teórico que inaugura una nueva etapa de las finanzas.

Durante los últimos años 80 y primeros de los 90, se produjo un enorme crecimiento económico. Los estados adoptaron políticas monetarias restrictivas que provocaron un aumento de los tipos de interés internacionales. Pero, también, se experimentó una caída de los precios de las materias primas, lo que ocasionó que los países en desarrollo sufrieran dificultades para cumplir con el reembolso de los préstamos concedidos en la década de los 70. Algunos países, como Brasil, empezaron a incumplir sus pagos. Comenzó un periodo de

desintermediación del mercado y la titulización fue el instrumento financiero elegido para convertir deudas poco negociables en activos más comerciables (Fama et al, 2013).

Fueron estos años, donde los grandes movimientos de capital internacionales, a la vez que de bienes y servicios, comenzaron a cobrar importancia dando pie al denominado proceso de globalización. Esto condujo a una enorme interdependencia entre las economías internacionales y, claro está, a un creciente riesgo de que el posible colapso de la economía de un país determinado contagiara a otras economías. Lo cual, en efecto, sucedió. Las crisis mexicana, asiática, rusa y argentina que tuvieron lugar a finales de los 90 fueron las precedentes de la gran crisis económica y financiera mundial de 2007 provocada por el estallido de la burbuja inmobiliaria en EEUU.

Así, la globalización produjo una mayor preocupación por el riesgo y, durante esta época, los estudios sobre el riesgo se multiplicaron. El uso de modelos como el Value at Risk (VAR)¹

¹ El VaR, como medida del riesgo, aparece en 1993. Es el denominado Grupo de los Treinta (G-30) quién publicó un

se expandió enormemente en el entorno de la banca. También, los bancos comenzaron a aplicar estrategias de reducción del riesgo que descansaban en el uso de derivados. Por otra parte, a nivel institucional, en 1988 se formuló el Acuerdo de Basilea (Basilea I), que, entre otras prescripciones, determinaba que las entidades financieras, con el fin de contribuir a reducir su riesgo de insolvencia, deberían contar con un capital propio mínimo.

Sin embargo, esta preocupación por el riesgo no evitó que, nada más comenzar el siglo XXI, sorpresivamente se registraran sonados escándalos contables como Enron, Arthur Andersen o WorldCom, entre otros. Tras estos *affairs* se ponía de manifiesto que en el seno de las grandes compañías latían graves conflictos de interés que, según parece, conseguían burlar los mecanismos de control. A raíz de estos escándalos, los gobiernos se plantean la articulación de procedimientos que contribuyan a una gestión más ética y transparente. Nacen así, los

informe, desarrollando el modelo, con el objetivo de acotar las grandes pérdidas que el uso de derivados había estado generando a la banca durante los primeros años de la década de los 90.

Códigos de Buen Gobierno o códigos de buenas prácticas, que si bien no son de obligado cumplimiento, recogen un conjunto de recomendaciones dirigidas a las sociedades para que puedan mejorar su gobierno corporativo².

Si bien los primeros Códigos de Buen Gobierno ponen el punto de preocupación en los procedimientos que estimulan un comportamiento responsable de los directivos, que garanticen los derechos de los accionistas (*shareholders*), poco a poco se van ampliando las recomendaciones a las relaciones entre la empresa y los denominados grupos de interés (*stakeholders*), incluyendo la responsabilidad social y medioambiental. Es necesario incorporar nuevas medidas de ejecución, complementarias a las tradicionales de rendimiento, que permitan evaluar la práctica de la gestión financiera en esos contextos. Surgen modelos técnicos como el Cuadro de Mando Integral (*Balanced Scorecard*), que permite a las empresas integrar en el análisis los objetivos estratégicos con la gestión de clientes, los procesos internos e,

² En López-Iturriaga y Pereira (2006), puede seguirse una comparativa internación de los Códigos de Buen Gobierno.

incluso, el aprendizaje y conocimiento (Kaplan y Norton, 1992 y 1997).

La popularidad que alcanzó el Cuadro de Mando Integral, por una parte, y las controversias planteadas por las finanzas experimentales y del comportamiento, por otra, cuestionando que los inversores sean totalmente racionales y, por tanto, atacando al corazón del paradigma predominante de las finanzas de la edad de oro, han marcado un punto de inflexión para dejar el campo relativamente homogéneo de las finanzas neoclásicas e intentar «adoptar una concepción mucho más realista del mundo, (Azofra, 2012). Esto ha marcado un punto de inflexión hacia un marco de gestión más tecnológico y mucho menos conceptual que lo que han sido los modelos de valoración en equilibrio dominantes en el siglo pasado.

Hemos adquirido una posición mucho más ecléctica, que aboga por solucionar problemas financieros mediante el uso de las nuevas tecnologías, favorecidas por la disposición de grandes bloques de datos que antes no existían. Hasta entonces, sólo la gestión en el marco de las finanzas de los mercados era agraciada por la disponibilidad de datos financieros históricos

relativos al comportamiento de los activos en el mercado bursátil. Ello permitiría el uso de modelos econométricos sofisticados como apoyo para la toma de decisiones. En la actualidad las finanzas corporativas pueden contar, adicionalmente, con datos generados en el seno interno de la empresa, que combinados con los datos externos, pueden proporcionar herramientas de gestión muy poderosas si se aplican los mecanismos metodológicos adecuados.

Así, herramientas como el Big Data, la Inteligencia Artificial o la Ciencia de Datos se están empezando a ocupar de la gestión financiera de una forma que unos pocos años atrás no podíamos imaginar. Esto está cambiando la práctica en la Función Financiera en la empresa. Hoy día, algunas de estas herramientas ya son una una realidad en las empresas del sector financiero, y lo está empezando a ser en el resto de los sectores de actividad.

| 3. HACIA DÓNDE SE DIRIGEN LAS FINANZAS |

DURANTE los últimos 15 años, tras la crisis de 2007, se ha producido una verdadera revolución en la forma que las empresas han trabajado para adaptar la tecnología a sus procesos. Muchos lo han definido como la Cuarta Revolución Industrial³ (coloquialmente Industria 4.0), caracterizada por la incorporación de nuevas tecnologías que explotan la aplicación de complejos algoritmos a la conjunción de la creciente potencia de los ordenadores con la nueva disponibilidad de ingentes cantidades de datos (*Big Data*⁴).

Estas nuevas tecnologías han generado un conjunto de herramientas, algunas de ellas todavía en una fase muy incipiente, como la

³ El término fue acuñado en 2015 por Klaus Schwab en el marco del Foro Económico Mundial de ese año.

⁴ *Big Data* se refiere a grandes cantidades de datos en volumen, variedad y velocidad, que requieren herramientas específicas para ser procesados de manera efectiva. Los datos se recopilan a través de múltiples canales, desde dispositivos móviles, Internet, redes sociales, dispositivos industriales y muchas otras fuentes, y se almacenan en diferentes formatos.

tecnología de la computación en la nube (cloud computing), el internet de las cosas (IoT), el Blockchain, la automatización de procesos (robotic Process Automation, RPA) o la Inteligencia Artificial (AI) y el aprendizaje automático (machine learning). La potencialidad de estas herramientas es enorme, y lo es aún más si consideramos que se pueden utilizar combinadas conjuntamente.

Las nuevas tecnologías han cambiado la forma de dirigir las empresas y, por tanto, también han afectado a los procesos financieros. De esta forma, se ha gestado una nueva Función Financiera en las empresas. Los trabajos puramente transaccionales ahora se tienden a realizar de forma automática liberando a los empleados de actividades para desarrollar otras más creativas como la adopción de decisiones estratégicas y la planificación financiera, que las computadoras por sí solas no pueden llevar a cabo. Este nuevo perfil de las finanzas se le ha dado nombre de Finanzas 4.0.

a) *Finanzas 4.0. Las herramientas para la digitalización de las finanzas*

La digitalización se ha convertido en una actividad nuclear para gran número de empresas. Este es un proceso crítico para el Departamento Financiero pues la Función Financiera debe asumir los cambios necesarios en medio de una gran incertidumbre. Los directivos necesitan nuevas habilidades para adaptarse al nuevo entorno digital y automatizado.

La adopción de nuevas tecnologías en el seno de la función financiera conlleva muchas ventajas inmediatas. Por ejemplo, mejoran la calidad de los datos que ayudan a soportar las decisiones financieras o, también, permiten minimizar errores mediante la implantación de procesos optimizados. Todas esas ventajas están directamente relacionadas con una disminución de costes y, también, un aumento de los beneficios que consecuentemente va a obtener la empresa.

Contar con datos de calidad siempre ha sido un objetivo primordial y un reto para la empresa. Los departamentos de finanzas dedican gran parte de su tiempo a detectar errores y corregirlos. Actualmente, la dirección financiera

de las grandes compañías dedica alrededor del 30 % de su tiempo a la creación y presentación de informes con destino al Consejo de Administración (Glader y Strömsten., 2020).

Seguramente, no hay otra área en la empresa como la financiera, donde la digitalización sea tan apropiada. Por ejemplo, tradicionalmente las cuentas por pagar y por cobrar constituyen una función administrativa, pero en un contexto digital, con la participación de tecnologías, podría automatizarse (Klimas, enero de 2019). No se necesitaría una atención personal –seguimiento y control– si para las transacciones financieras se utilizara la tecnología *blockchain*. El departamento financiero podría calcular fácilmente cuánto tiempo se ahorraría si estas nuevas funciones se realizaran de forma automática. Esto podría liberar a los directivos financieros de los tediosos procesos de generación de informes para que, en su lugar, pudieran centrarse en la toma de decisiones estratégicas y eficientes para la empresa.

Otras actividades básicas o rutinarias como las de procesamiento, registro y corrección también podrían automatizarse. Incluso, los auditores internos dispondrían de sus informes

de control sin dedicar un sólo minuto a su elaboración (Glader et y Strömsten, 2020). Esto permitiría que los departamentos de finanzas puedan dedicar más tiempo a actividades de predicción, cada vez más necesarios en los ambientes cambiantes entre los que se deben mover las empresas. Por supuesto, las normas contables y legales continuarán necesitando la atención de la Dirección Financiera pero, gracias a la aplicación de las nuevas herramientas tecnológicas, los informes podrán estar mejor fundamentados, serán más fidedignos y estarán disponibles en mucho menos tiempo. Como objetivo, los departamentos de finanzas deberían acabar completamente automatizados. Todo ello significaría una mejora de eficiencia en la gestión financiera y un aumento del valor estratégico de los directores financieros.

Para afrontar el proceso de digitalización que sitúe a la Función Financiera en un marco 4.0, es preciso contar con herramientas tecnológicas avanzadas. El nuevo contexto tecnológico resulta de una combinación de mecanismos complementarios, véase la Figura 3, que impulsan y mejoran la gestión de las finanzas (PwH, 2019):

Blockchain	• “Libro Público” compartido y controlado por la red
Automatización Robótica de Procesos	• Procesos administrativos repetitivos
Inteligencia Artificial & Machine Learning	• Realización autónoma de tareas profesionales
Proceso de Minería	• Análisis real de procesos y eventos basado en hechos
Análisis de Datos	• Previsión de las partidas contables (Cta. Resultados, Previsiones de Tesorería)
Otras Teconologías Clave	• Nube, Ciberseguridad, Fintech, IoT, Medios de Pago

| Figura 3. La caja de herramientas de la Función Financiera 4.0. La transformación Digital |

| 1. *Blockchain. Decentralized Finance* (DeFi)

El *blockchain* se creó originalmente como tecnología de contabilidad replicada descentralizada para gestionar la criptomoneda Bitcoin. Hoy día, la tecnología *blockchain*⁵ representa una innovación que va más allá de su alcance inicial y está revolucionando la gestión de los negocios así como también las funciones del

⁵ Un blockchain es un conjunto de bloques que se han enlazado con *hashes* criptográficos (funciones hash criptográficas). Cada bloque (excepto el primero) contiene el hash del bloque anterior.

sector financiero. Actualmente, proporciona una alternativa innovadora de organizar las finanzas modernas que, en algunos casos, como el sector financiero, está provocando que muchos de los esquemas clásicos conocidos estén quedando rápidamente obsoletos.

El sistema financiero depende de una serie de intermediarios de confianza centralizados como los depositarios de valores o las sociedades del mercado interbancario. Hasta hace unos pocos años, se suponía que la solidez y la buena gestión financieras de estos intermediarios, armonizados, en su caso, con los Reguladores Financieros, aseguraban que el sistema funcionara sin peligro de grandes fallos. Incluso si esto sucediera, las autoridades podrían acudir al rescate y resolver el eventual problema. La crisis económica de 2007 rompió con este axioma ya que muchas instituciones financieras, bancos y cajas de ahorro de todo el mundo, tuvieron que ser rescatados con grave peligro de contagio a la economía real. Poco después, la crisis de la eurozona de 2010-2012 activó el temor de que incluso los Estados pudieran llegar a incumplir sus obligaciones. Estos sucesos minaron la confianza en la fortaleza

y seguridad que los Reguladores deben transmitir a la sociedad. Los sistemas descentralizados basados en el *blockchain* nacen, entonces, como portadores de confianza alternativa a las instituciones financieras tradicionales.

El *blockchain* representa en el área de las finanzas la promesa más significativa porque ofrece muchas aplicaciones potenciales alternativas: En los servicios financieros, el pago, compensación y liquidación convencionales, la emisión de valores, la compensación y liquidación, las operaciones con derivados y otros instrumentos financieros, el mantenimiento de los registros, las oficinas de crédito, el gobierno corporativo, entre otras; En el ámbito de las empresas productivas, los pagos mediante *contratos inteligentes*⁶, la gestión financiera comercial que ofrece una misma visión de los datos a las distintas entidades implicadas en las

⁶ Los *contratos inteligentes* automatizados, aplicados hace tiempo para gestionar activos criptográficos en el mundo del arte (*Non Fungible Token*, NFTs), reducen el costo de las operaciones a niveles inimaginables en los canales bancarios normales. Y, más a nivel internacional, si un pequeño pago transfronterizo podría costar varios euros en tarifas bancarias, un pago a través de sistemas *blockchain* como la red Lightning actualmente gira tarifas de menos de 0,01 céntimos.

transacciones comerciales⁷, la financiación con capital riesgo o la aplicación de algoritmos a la gobernanza⁸.

Hoy día, el *blockchain* es todavía una tecnología inmadura y de desarrollo irregular en estos momentos; por tanto, resulta comprometido pronosticar su evolución en el área financiera. Pero, dado que las aplicaciones prometen mejorar la gestión financiera, las grandes empresas están dedicando grandes recursos al análisis de la implantación de las cadenas de bloques en sus procesos.

⁷ En la gestión comercial internacional se implican tantas (exportador, importador, sus respectivos bancos, la compañía naviera, compañías de seguros, agentes de compensación y expedición, etc.) que es muy difícil que todos tengan una visión coherente de la transacción. Es mucho más fácil poner todo en la cadena de bloques para que todos ellos dispongan de la misma versión de la *verdad*. Existen ya aplicaciones, como *Ripple* que cuenta con numerosos clientes, que prestan una solución *blockchain* a este problema (Varma, 2019).

⁸ Aunque, a día de hoy, es dudoso que pueda tener viabilidad, quizás en el futuro, puedan existir nuevas formas de gobierno corporativo que podrían describirse como gobierno algorítmico o empresa sin entidades como las denominadas organizaciones autónomas descentralizadas que no tienen una estructura organizacional formal y consiste solo en contratos (inteligentes) (Varma, 2019).

1. *DeFi y FinTech vs. sistema financiero tradicional*

Desde que internet se ha popularizado, se han desarrollado diversos negocios financieros que, en competencia con las instituciones financieras tradicionales, ofrecen una gran cantidad de servicios y productos financieros en la red. Tras el lanzamiento de las primeras criptomonedas, a partir de 2010 y aprovechando la tecnología subyacente, se ha desarrollado un espacio basado en el *blockchain* donde numerosas entidades financieras desarrollan servicios financieros. Esto ha dado lugar a dos modelos de negocio cuyo objetivo –proporcionar el acceso de los clientes a sus servicios– es el mismo: FinTech y DeFi. Sin embargo, ambos no son lo mismo.

FinTech

Las FinTech (*Financial Technology*) son empresas resultantes de la digitalización de la banca tradicional. El modelo de negocio que siguen estas empresas es el tradicional solo que operan a través de una plataforma centralizada desde donde se realizan transacciones bancarias *online* o de banca móvil. El control financiero de

estas compañías las lleva a cabo el Organismo Regulador.

DeFi

Las finanzas descentralizadas (DeFi) se enfocan a desarrollar un sistema financiero independiente o descentralizado. La característica más relevante es que no existe ningún intermediario o agente de control. De igual forma que las FinTech, los usuarios pueden realizar un conjunto de operaciones pero, a diferencia de ellas, los intercambios se realizan con dinero digital. DeFi, aprovechando el poder de la criptografía, la descentralización y la cadena de bloques, trata de superar las rigideces financieras clásicas e ineficientes, inherentes al modelo tradicional, con el fin de crear un nuevo sistema financiero más ágil.

DeFi ofrece a los usuarios la posibilidad realizar transacciones de diverso tipo con criptomonedas. En la actualidad, las operaciones más frecuentes son las de préstamo que, en este contexto, tienen un gran atractivo ya que, por lo general, los tipos de interés de los mismos suelen ser más atractivos que los que maneja

la banca tradicional. También, proporcionan mucha más flexibilidad puesto que los importes de los préstamos suelen ser mucho más reducidos, lo que facilita la transacción entre ofertantes y demandantes.

Dado que, hoy por hoy, las operaciones que se realizan con este tipo de tecnología suelen ser de bajo importe, en muchos casos, las garantías suelen ser mucho menores que las exigibles por la banca tradicional. Por ejemplo, para obtener un préstamo, la garantía exigible puede cubrirse con otros cripto activos. También se suelen admitir tokens no fungibles (NFTs). Una de las formas más habituales de esta modalidad son las plataformas de crowdlending con tecnología *blockchain*.

Además de los préstamos, esta tecnología también permite otros usos, como las inversiones en mercados descentralizados, los sistemas de pago a través de mecanismos *blockchain*, los contratos inteligentes e, incluso, servicios similares a los de la banca tradicionales.

Gracias a estas herramientas, millones de personas que no tienen acceso a los sistemas financieros tradicionales (exclusión financiera),

pueden administrar sus finanzas y realizar transacciones de todo tipo, favoreciendo la igualdad de oportunidades y el crecimiento económico.

Tradicional	DeFi
Los usuarios deben compartir datos personales, que los hacen vulnerables a violaciones de seguridad.	No es necesario revelar datos personales, solo conectar una billetera digital
Los no bancarizados o sub-bancarizados no pueden acceder a los servicios financieros tradicionales	Los usuarios custodian sus propios fondos, lo cual es más fácil para evitar su pérdida
los pagos pueden ser interceptados y los mercados pueden bloquearse	Confiable: no hay necesidad de preocuparse si un protocolo hará lo que dice que hará
La validación y configuración de las transacciones puede tomar días	Rápidez: las transacciones se completan casi en tiempo real
El horario de operaciones es limitado	Los mercados DeFi operan las 24 horas

| Tabla 1. Finanzas tradicionales vs finanzas DeFi () |

Fuente: Decentralized finance (DeFi): A beginner's guide <https://cointelegraph.com/defi-101/defi-a-comprehensive-guide-to-decentralized-finance>

En su pretensión de calificarse un verdadero sistema financiero, lo que implica operaciones como transacciones y contratos, DeFi debe

integrar una unidad de cuenta o activo estable. Los participantes deben poder esperar que el valor del activo que están utilizando no se derrumbe. Aquí es donde adquieren su protagonismo las monedas criptoestables (*stablecoin*).

Las criptomonedas estables se han desarrollado con el objetivo de proporcionar estabilidad a las operaciones comunes del mercado DeFi. Para conseguirlo, las criptomonedas estables deben estar vinculadas a una moneda fiduciaria, como el dólar estadounidense o el euro, de forma que no sufran tanta volatilidad como las criptomonedas y, por lo tanto, sean confiables para el comercio y la negociación. Pero, en la práctica, los recientes desplomes del valor de las *stablecoins* en mayo y junio de 2022 parecen contradecir su finalidad esencial. Las enormes caídas de cotización, ha puesto en solfa la pretendida característica de estabilidad que hasta ahora se adjudicaba a este tipo de monedas virtuales. La falta de apoyo de los Bancos Centrales rechazando el uso de *stablecoins* como medio de pago, alegando que no son prácticas, «pues la velocidad y el coste transaccional, así como sus condiciones de reembolso, han demostrado ser inadecuados para su uso en los pagos de la economía real» (Born

y Vendrell, 2022). La pérdida de credibilidad en las *stablecoins*, puede estar detrás del dramático derrumbe de estos instrumentos.

2. Blockchain y *exclusión financiera*

Una de las aplicaciones del blockchain en su vertiente social es la ayuda que puede proporcionar a millones de personas que no tienen acceso alguno al capital financiero⁹. Son los denominados «sin banco» que pueblan grandes áreas de África y del Sudeste Asiático. Un gran número de personas –potenciales emprendedores– no disponen de acceso a una cuenta bancaria, ni mucho menos a tarjetas de crédito o a otros servicios financieros que en nuestras regiones son habituales.

Entre las diversas razones por las que muchas personas se encuentran fuera de los servicios del sistema bancario es porque no pueden mostrar un historial de crédito. Algunas plataformas como *Humania* o *BanQu* en Estados Unidos, permiten a los excluidos adquirir una

⁹ El Banco Mundial estima que hay 1.700 millones de personas que no tienen acceso a los servicios bancarios (World Bank, 2022).

identidad económica o una historia financiera, mediante el *blockchain*. Entonces es cuando las instituciones financieras los aceptan como poseedores de identificación legítima. Estos usuarios pueden, a partir de ese momento, realizar transacciones o acceder al crédito.

El *blockchain* puede aplicarse para producir un gran impacto socio-económico ya que permite eliminar intermediarios sin merma de seguridad en las operaciones. La capacidad de innovación espontánea en un *blockchain* abierto representa un gran potencial para engendrar bienestar social. Puede ayudar a solucionar problemas como la corrupción o los numerosos casos de ineficiencia de los servicios institucionales. La trazabilidad de los productos y de las transacciones, en general, queda automáticamente reflejada y por tanto puede ser objeto de evaluación y control. Así, por ejemplo, frente a las prácticas corruptas que en muchas ocasiones rodean las inyecciones internacionales de dinero en las líneas de ayuda al desarrollo (más del 30% no llegan a su destino final), el *blockchain*, al dificultar la manipulación de los procesos, proporciona un mecanismo apropiado para eliminar la corrupción (PwP, 2016).

Así pues, con el *blockchain* el control del proceso pasa a ser de los usuarios, no de las instituciones financieras. Son aquéllos los que finalmente componen un enorme banco virtual con miles o, incluso, millones de nodos, donde cada uno de los cuales es partícipe y gestor de los libros contables que contienen los registros (los bloques). Estos están enlazados y cifrados para proteger la seguridad y privacidad de las transacciones. Es, en otras palabras, una base de datos distribuida y segura (gracias al cifrado) que se puede aplicar a todo tipo de transacciones.

Aunque, durante mucho tiempo la relación entre blockchain e inclusión financiera se desenvolvía en un marco cuasi-teórico, hoy día ya existen aplicaciones que están ofreciendo una solución real a este tipo de problemas. Al menos, hay cuatro formas de utilizar el *blockchain* para atajar la inclusión financiera:

1. Servicios de pago. Mover dinero puede ser costoso. Proyectos como *Leaf* o *Kotani Pay*, promovidos por UNICEF permiten a las personas enviar y recibir dinero directamente desde su teléfono, incluso si no es un teléfono inteligente. No se requiere pasaporte ni internet. A partir de octubre de 2021, un total de 5871

usuarios de Kenia, Uganda y Ruanda completaron 97.819 transacciones. La transferencia promedio de persona a persona es de \$4.97, una cantidad que incurriría en tarifas punitivas con los transmisores de dinero tradicionales.

Ambas aplicaciones, *Leaf* y *Kotani Pay*, operan en una aplicación descentralizada sin fronteras lo que significa que el único coste asociado con las transferencias internacionales es la conversión de moneda. Con transacciones rastreables, baratas e instantáneas que pueden contener múltiples monedas, en múltiples redes móviles tanto a nivel nacional como internacional, las aplicaciones de cadena de bloques se están convirtiendo en una tecnología atractiva para las remesas, especialmente para pequeñas transferencias de dinero (Word Bank, 2022).

2. Ahorro. Las operaciones bancarias tradicionales, pedir prestado prestar, han funcionado con un coste de transacción bastante elevado (comisiones más el diferencial de tipos), debido a la complejidad y los altos costes operativos que se deben soportar. Esto supone una barrera de entrada que deja a muchos usuarios sin recursos sin poder acceder a cuentas de ahorro. Plataformas como Xcapit, con sede

en Argentina, está utilizando una billetera *blockchain* para proporcionar una solución para aquellos que no pueden abrir una cuenta bancaria, crédito donde depositar sus ahorros o invertir. No obstante, esta solución todavía tiene algunos problemas en la práctica y el más importante es que para poder operar es necesario tener criptomonedas, algo que supone mucho riesgo y no está a disposición de la mayoría de los financieramente excluidos. A pesar de todo, Xcapit, desde los dos últimos años cuenta con 3.590 usuarios de Argentina, México, Brasil y Colombia, que han realizado inversiones promedio de \$1.500 y un rendimiento también promedio de 15,36 por ciento en unidades de Bitcoin y un 8,83 por ciento en dólares.

3. Seguros. Pese a ser el instrumento de protección por excelencia para las personas, los seguros son el pariente pobre de la inclusión financiera. En muchos países, las compañías tradicionales de seguros exigen tales pruebas de solvencia financiera a los tenedores de pólizas, que representan una barrera de entrada si no se muestra claramente una capacidad para pagar las pólizas. Muy a menudo son los modelos de negocio de las propias compañías de

seguros las suponen un obstáculo para llegar a la población vulnerable. E incluso para aquellos que tienen seguro, cuando ocurre el siniestro, nunca está muy claro quién paga los daños y cuánto.

Este es un área donde no se registran muchos proyectos de *blockchain*. Existen algunas plataformas como *ETHERISC* en África o *fintech* como las Insurtech en Chile, que ofrecen seguros descentralizados (Gálvez, 2022). La primera, por ejemplo, ha elaborado una póliza para la protección de pequeños agricultores (hasta el momento han suscrito 17.000 pólizas). En este caso, el *modus operandi* es un índice meteorológico que utiliza contratos inteligentes autoejecutables para generar pagos automáticamente cuando los cultivos se ven afectados por situaciones climáticas extremas¹⁰. En comparación con los seguros tradicionales, donde los

¹⁰ Estos contratos inteligentes actúan como una simple fórmula. Por ejemplo, si llueve un determinado número de litros por unidad de tiempo, el agricultor asegurado recibe inmediatamente el pago acordado por daños relacionados con inundaciones. Los datos se obtienen en tiempo real de forma automática a partir de conexiones oficiales meteorológicas (Word Bank, 2022).

agricultores tendrían que demostrar los daños a través de complicados y lentos protocolos administrativos, estos productos basados en *blockchain* liquidan los daños de forma mucho más ágil gracias a la transparencia y la automatización de la cadena de datos.

4. Crédito local. Como ya hemos indicado, más de un tercio de la población mundial carece de historial crediticio y por lo tanto no dispone de acceso al crédito. Tampoco lo tienen la mitad de las micro y pequeñas empresas en los países en desarrollo.

El *blockchain* (especialmente en su modalidad abierta) permite descentralizar el poder, que típicamente ha residido en las instituciones financieras tradicionales, entre sus usuarios. Así, estos pueden alcanzar un elevado grado de independencia. Las características del *blockchain* se adaptan perfectamente a estas circunstancias ya que al organizar las transacciones en una base de datos o libro mayor de forma descentralizada, las múltiples partes, antes no confiables, ahora pueden observar el estado de sus transacciones sin necesidad de intermediarios. Como todas las transacciones registradas son inmutables, transparentes y encriptadas,

el *blockchain* permite sustituir el papel de los bancos, los gobiernos o las corporaciones ofreciendo operaciones financieras más seguras, económicas y eficientes que las alternativas tradicionales. Esto es posible porque la deuda se registra en un *blockchain*, de forma que los usuarios pueden reconocer el historial crediticio, lo cual genera seguridad jurídica.

Se han generado algunos proyectos *blockchain* como el financiado por UNICEF, *Grassroots Economics*, que tiene por objetivo proporcionar crédito a las comunidades de bajos ingresos. La idea que hace posible que *Grassroots Economics* pueda conceder crédito a quienes no poseen casi ninguna garantía personal, es la denominada *Moneda de inclusión comunitaria*, que le permite emitir tokens respaldados por todos los bienes y servicios reales en una comunidad específica. Así, el agua de la ciudad, la comida o el trabajo de albañiles o zapateros. Ante una emergencia, los usuarios más pobres pueden usar la plataforma para conseguir una línea de crédito, respaldada por sus propios recursos o los comunitarios. Estas fórmulas permiten a las personas monetizar sus propios recursos para que puedan dar o recibir crédito sin disponer de dinero en el banco.

También existen otras alternativas más ambiciosas que pretenden llegar a sustituir el sistema de crédito tradicional por otro descentralizado y más eficiente de crédito espontáneo a nivel local. Son plataformas, como *Sikoba* o *Superhero*, que tienen como fin social facilitar el uso financiero, como financiar causas sociales sin tarifas de transacción o dotar de eficiencia pequeñas operaciones de microintercambios (micropréstamos), que por su dimensión no pueden ser atendidas por las instituciones financieras tradicionales, pero que en su entorno son esenciales para lograr la dinámica en el comercio local.

Estas plataformas de dinero descentralizado como *Sikoba* o *Groupon* permiten a los usuarios ofrecerse mutua y espontáneamente líneas de crédito dentro de un sistema IOU¹¹ basado en blockchain. Mediante una aplicación, los comerciantes y consumidores se pueden conectar con el teléfono móvil directamente al sistema

¹¹ IOU (abreviatura de «I Owe You»), es un documento informal que reconoce la deuda.

Un IOU se diferencia de un pagaré en que no es un instrumento negociable y no especifica términos de pago, como el momento del reembolso.

de intercambio de comercio electrónico percibiendo las ofertas de los comerciantes de todo el mundo. A medida que los usuarios realizan sus intercambios, todas las transacciones se registran en una cadena de bloques, lo que maximiza la seguridad que tienen los usuarios cuando realizan transacciones entre ellos.

Se aprovechan de este modo las posibilidades del libro contable digital a través de *blockchain* para desarrollar una innovadora plataforma de comercio electrónico sin necesidad de contar con los generalmente costosos intermediarios de servicios de marketing. El sistema de crédito P2P es posible a través de varios contratos inteligentes que les da a los usuarios la libertad de pagarse entre sí con fiat y/o criptomonedas. Con esto, se logra la fidelización del comercio electrónico entre iguales (P2P) permitiendo a los comerciantes y consumidores interactuar entre sí de forma competitiva, segura, transparente y descentralizada (Marotta y Au, 2021).

II. Automatización Robótica de Procesos (RPA)

La visión que todavía tenemos de los robots es su utilización por la industria dentro de las

fábricas como mecanismo automatización de la producción. Ahora, los robots están empezando a ser aplicados en las tareas administrativas donde los empleados han sido considerados insustituibles hasta el momento. No se trata de autómatas o androides físicos sino de aplicaciones de software que introducen datos de la misma forma en que lo hace un humano pero, en este caso, es un usuario virtual. Las ventajas de la RPA se deben al ahorro de costes derivado principalmente a las reducciones de personal.

En el área de finanzas, la robotización suele combinar los siguientes elementos: «Cultura de cumplimiento», «Simplificación», «Digitalización» y «Personas». El objetivo es conseguir un aumento de la productividad basada en la adopción más rápida y eficiente de decisiones. Procesos simples y altamente repetitivos, como las actualizaciones horarias de los tipos de cambio o el archivo de datos, son objeto de automatización con buenos resultados. También, se puede automatizar la comparación de costes estándar. Por ejemplo, comparar los costes a nivel de artículo para los productos terminados respecto a los costes

planificados del año anterior. Este proceso automático puede sustituir muy eficientemente ya que genera un enorme ahorro de costes pues, alternativamente de forma manual, se requiere manejar una enorme cantidad de datos y dedicar mucho tiempo a su procesamiento sin errores en momentos muy complicados en la vida de la empresa, dado que es una actividad que se lleva a cabo típicamente a final de ejercicio.

En algunas empresas¹² que se han aplicado estos tipos de automatización se han conseguido rendimientos anuales de alrededor del 200%. Si bien todavía el desarrollo de la automatización inteligente es incipiente, se estima que actualmente hasta el 63% de todas las actividades propias del director de contabilidad podrían automatizarse hoy en día. Algunos ejemplos de procesos que podrían abordarse son los siguientes (Aslani (2020):

¹² El Grupo MANN+HUMMEL aplicó este tipo de procedimientos en 2017-18. Además de los ahorros de costes, se pudo encomendar a los anteriores empleados en el proceso tareas más productivas en el área de la comunicación (Hermann y Stoi, 2018).

- Procesamiento de órdenes de compra
- Procesamiento de facturas
- Conciliación básica de cuentas
- Informes financieros mejorados

Si bien, la automatización de procesos puede ayudar con estas tareas, en muchas ocasiones las compañías pueden pensar que esta herramienta no se adapta completamente a la complejidad o al proceso de varios pasos que se utiliza manualmente porque necesita una cierta personalización. En un futuro cercano, se podrá dar el paso para generar los sistemas de informes de autoaprendizaje mediante predicciones automatizadas inteligentes¹³ basadas en grandes datos en tiempo real y determinar las causas de las desviaciones para luego proponer ellos mismos su rectificación (Hermann y Stoi, 2018).

¹³ Actualmente hay dos sistemas de automatización de procesos: los basados en reglas y los inteligentes. Estos últimos, prácticamente no han sido desarrollados si bien hay una gran investigación en torno a ellos que hacen prometedora su rápida incorporación a la práctica empresarial.

iii. Inteligencia artificial (*AI*) y Aprendizaje Automático (*Machine Learning*):

La Inteligencia Artificial y El Aprendizaje Automático constituyen uno de los pilares sobre los que descansa la transformación digital. Ambas herramientas no son lo mismo¹⁴, algunos sostienen que el Aprendizaje Automático es una rama de la Inteligencia Artificial (quizás la rama más avanzada de la AI) pero, en todo caso, la combinación de ambas proporciona importantes soluciones en diferentes campos y, por supuesto, también en el de las finanzas. El *modus operandi* consiste en que los científicos de datos entrenan el modelo Aprendizaje Automático + la Inteligencia Artificial (*MI*) con conjuntos de datos existentes y el modelo ajusta automáticamente sus parámetros para mejorar el resultado (Sharma, 2022).

¹⁴ La Inteligencia Artificial se refiere a la capacidad general de los ordenadores para simular un comportamiento inteligente y mejorar, idealmente, el comportamiento humano (Schalkoff, 1990). El aprendizaje automático se refiere a las tecnologías y algoritmos que permiten que los sistemas identifiquen patrones, tomen decisiones y se mejoren a sí mismos a través de la experiencia y datos (Helm et al 2020; Lo Piano, 2020).

En el área financiera, las aplicaciones más desarrolladas están en el campo de la operativa de la banca, como la evaluación de riesgos, la calificación del crédito (credit scores), la aprobación de préstamos, la detección de fraudes o la gestión de activos. La combinación de IA y ML son sin duda el futuro del sector financiero; el gran volumen de procesos, transacciones, datos e interacciones involucradas con la transacción los hace ideales para diversas aplicaciones. Al incorporar IA, el sector financiero se consigue ampliar exponencialmente las capacidades de procesamiento de datos a precios cada vez más reducidos, mientras que los clientes podrán disfrutar de una mejor experiencia y seguridad (Bahrammirzaee 2010, Sharma 2022).

En el sector de la Gestión y Administración de Carteras, destacan aplicaciones en Inversión Financiera como la Optimización de carteras y los algoritmos de *trading*. En la Tabla 2 se muestran algunas de las aplicaciones más relevantes (Aziz et al, 2021).

Inversión Financiera	Sentimiento del Mercado
	Análisis Técnico (<i>rob advisor</i>)
	Comportamiento del Inversor
	<i>Trading</i> de alta frecuencia
	Soporte a la decisión de inversión
Modelización de Activos y Predicción	Optimización de Carteras
	Modelización de la Volatilidad
	Predicción en Forex
	Predicción Financiera y Caos
	Técnicas de Predicción Financiera
Gestión del Riesgo	Determinación del riesgo
	Gestión del Riesgo Operativo
	Modelización del Riesgo de Crédito
	Revisión de Contratos Financieros

| Tabla 2. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático.
Aplicaciones a las Finanzas |

Fuente: Aziz et al, 2021.

La gestión financiera de una compañía puede beneficiarse de la AI/ML a través de la elaboración de algoritmos únicos para tareas específicas. Los avances en el desarrollo de AI/ML ya permiten a muchas compañías adoptar un enfoque tecnológico automatizado proactivo para la gestión financiera. Y más en áreas complejas, que son críticas a la hora de aceptar un negocio, como la gestión de riesgos operativos

y financieros o el análisis y predicción de la demanda (Alzaabi y Nobanee, 2021). Todas ellas se benefician enormemente de la implantación de AI/M en la empresa.

A medida que se lanzan nuevas tecnologías de AI y ML surgen constantemente nuevas posibilidades para abordar cómo se incorporan estas tecnologías en las organizaciones. Sandeep et al 2022, han llevado a cabo un estudio donde se analiza el grado de implantación de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático en la grandes empresas. En la Tabla 3 se muestran los resultados.

Sector	Servicio al Cliente	Desarrollo de Servicios y Productos	Marketing y Ventas	Gestión de la cadena de suministro	Fabricación	Riesgo	Recursos Humanos	Estrategia y Finanzas Corporativas	Promedio
Telecomunicaciones	75	45	38	26	22	23	17	15	33
Alta Tecnología	48	59	34	23	20	17	21	17	30
Servicios Financieros	49	23	33	7	6	40	9	14	23
Servicios Profesionales	38	34	36	19	11	18	16	11	23
Electricidad y Gas Natural	46	41	15	14	19	14	15	14	22
Sistemas de Salud	46	26	17	21	9	19	18	13	21
Automoción y Montaje	27	39	15	11	49	2	8	6	20
Viajes, Transporte y Logística	51	34	32	18	4	4	2	3	19
Ventas Minoristas	23	13	52	38	7	9	8	0	19
Farmacia y Productos Médicos	31	31	27	13	28	3	6	4	18
Promedio	43	35	30	19	18	15	12	10	23

| Tabla 3. Trabajo empresarial en el que la industria ha adoptado la AI |

Fuente: Sandeep et al. 2022

Como se observa, es la actividad de Servicio al Cliente en el Sector de Telecomunicaciones, donde la AI tiene una mayor implantación. A distancia, se encuentran los sectores de Alta Tecnología y Servicios Financieros. Cabe destacar de este último que las actividades de control del Riesgo y el Marketing y Ventas son las que más implantación de estas herramientas han experimentado.

Cabe decir, finalmente, que parece ser cuando las empresas automatizan sus operaciones, con el principal objetivo de reducir su fuerza laboral, solo logran mejoras de productividad a corto plazo. Los incrementos de rendimiento más significativos ocurren cuando las personas y las computadoras inteligentes colaboran, fortaleciendo las habilidades de las demás áreas en la empresa (Sandeep et all, 2022).

| iv. Analítica de Datos (Data Analytic)

La Analítica de Datos es el conjunto de datos y herramientas que, combinados, producen un soporte que ayuda a tomar decisiones. Es un término amplio que define el concepto y la práctica de todas las actividades relacionadas

con los datos. Estos, sin procesar, tal como se encuentran, no tienen valor. La analítica de datos incluye todos los pasos que se deben dar para identificar, interpretar y visualizar los posibles patrones económicos, estratégicos o comerciales implícitos en dichos datos.

La analítica de datos debe generar una estrategia que oriente el comportamiento de la empresa ayudando a encontrar tendencias, descubrir nuevas oportunidades de inversión e, incluso, adoptar decisiones. En general, las aplicaciones de la Analítica de Datos se pueden clasificar en descriptivas, predictivas y prescriptivas (Khillar, 2020).

- El **análisis descriptivo** extrae depósitos de datos masivos para extraer patrones potenciales en los datos.
- el **análisis predictivo** combina datos masivos de diferentes fuentes para predecir tendencias o eventos futuros. Las empresas utilizan este tipo de análisis para predecir fallos en la maquinaria.
- el **análisis prescriptivo** ayuda a evaluar el impacto de diferentes decisiones posibles. Las industrias de exploración de

petróleo y gas utilizan este tipo de análisis para optimizar el proceso de exploración.

El campo de la Analítica de Datos a veces se puede llegar a confundir con la otras herramientas que hemos descrito como la Inteligencia Artificial, el Aprendizaje Automático, el Análisis de Datos, o la Automatización de Procesos. Pero, la Analítica de Datos tiene su propio espacio que lo diferencia de las demás.

3. *Inteligencia Artificial vs. Analítica de Datos*

El uso ciego del aprendizaje automático (ML) y la inteligencia artificial (IA) a veces crea más problemas que soluciones. En gran número de ocasiones, dependiendo del objetivo que se esté buscando, el enfoque más acertado no es precisamente utilizar estas técnicas sino la Analítica de Datos. ¿Pero en que se diferencian?

Ya hemos visto que la Inteligencia Artificial es un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales. Es decir, es una tecnología que pretende ayudar a facilitar varios procesos de forma más autónoma y

automática, con poca o ninguna intervención de un usuario humano. La AI se compone de un conjunto de algoritmos que utilizan datos para tomar decisiones y realizar tareas de forma similar a como las harían los humanos. Casi todos los programas de IA están desarrollados para algún tipo de resolución de problemas, ya sea interpretando una escena visual, analizando una oración o planificando una secuencia de acciones de robots.

La Analítica de Datos analiza los datos sin procesar con el objetivo de sacar conclusiones y respaldar la toma de decisiones que mejoren el rendimiento de la empresa. Se trata de recoger conjuntos de datos electrónicos bien estructurados (como lo eran tradicionalmente) o no estructurados (por ejemplo, imágenes, videos y archivos de datos de voz, mucho más habituales actualmente). La Analítica de Datos puede *ver* la foto o el video, estructurarlos y extraer la información procesable contenida en ellos. Normalmente, el análisis de datos se puede dividir en varias fases. Los datos se evalúan, limpian y filtran, visualizan y analizan, y los resultados finalmente se interpretan y evalúan (Khillar, 2020).

Inteligencia Artificial	Analítica de Datos
Campo relativo a la creación de máquinas inteligentes que pueden ser programadas para reaccionar como lo hacen los humanos	Analiza los datos sin procesar con el objetivo de obtener conclusiones y soportar la adopción de decisiones
Simula en máquinas la inteligencia y el comportamiento humano	Técnicas de análisis de datos sin procesar para obtener la información valiosa implícita en ellos
El objetivo es crear máquinas que pueden operar sin (o casi sin) intervención humana	El objetivo es encontrar sentido a los datos para hacer predicciones o tomar decisiones
Ejemplos: <i>Chatbots</i> , mecanismos para hogares inteligentes, coches automáticos,...	Ejemplos: Detección y prevención del fraude, Análisis de redes sociales,...

| Tabla 4. Inteligencia Artificial Vs. Analítica de Datos |

Fuente: Khillar, 2020

Así pues, como muestra la Tabla 4, la Inteligencia Artificial y la Analítica de Datos, son herramientas diferentes pero están muy relacionadas pues, la primera, en muchas ocasiones necesita datos de calidad ya procesados por la segunda, para realizar adecuadamente sus tareas.

La Analítica de Datos se utiliza, principalmente, para analizar y representar datos en un formato visual que ayuda a los directivos

a comprender *qué tiene que contar* la historia del conjunto de los datos. En la mayoría de los casos, cuando no se requiere mucha codificación, la Analítica de Datos se realiza fundamentalmente con herramientas como Tableau y Qlik mientras que el cuando se necesita más codificación el análisis se desarrolla utilizando Python y R, (Ghosh et al. 2020). Además de estas hay una gran cantidad de herramientas estadísticas y econométricas que igualmente pueden utilizarse (IBM Spss Statistics, Gretl, GeoDa, Draco, Matlab, Stata, Eviews, Psp, Jasp, SAS, etc...)

4. *Aplicación a las finanzas*

Como hemos visto, la elección de la herramienta más adecuada para realizar un buen análisis o diagnóstico para apoyar las decisiones financieras, no es siempre fácil puesto que algunas de ellas pensamos que nos van a conducir a un resultado similar. Por ejemplo, cuando queremos comprender la información que nos ayudará a evaluar un flujo de caja descontado, o construir una cartera de valores en el mercado bursátil, a veces, tendemos a elegir las técnicas más complejas (por ejemplo, la Inteligencia Artificial o el Aprendizaje automático)

porque pensamos que nos van a proporcionar el resultado óptimo que esperamos.

Pero, a veces, nos olvidamos de reflexionar si tales técnicas son las más adecuadas para conseguir el resultado que esperamos teniendo en cuenta el esfuerzo que nos obligan a realizar dada su complejidad y coste. Incluso no está claro si su utilización conducirá a los resultados óptimos. Así, cuando deseamos determinar el valor de un activo financiero, dado que no hay una herramienta que nos permita determinar con certeza el valor, deberemos elegir aquella que optimice el coste de utilizarla con los beneficios esperados por su uso.

A veces, es suficiente con disponer finalmente de la información procesada que, pensamos, necesitamos para adoptar las decisiones. Los mejores inversores de éxito (por ejemplo, Warren Buffet) defienden que no debemos utilizar sólo modelos para hacer nuestros pronósticos sobre el precio de los títulos. Es decir, para valorar un activo sólo necesitamos buena información de forma que la decisión de invertir en él no debe delegarse exclusivamente en la elección de un modelo, por muy desarrollado y automatizado que sea. Es decir, la decisión final la debe adoptar

el inversor basándose en la mejor interpretación de la información procesada que disponga en relación con el activo y el mercado. Disponer de este conocimiento debería ser suficiente.

Para la mayoría de las decisiones que debe adoptar el director financiero, es suficiente trabajar con Analítica de Datos puesto que esas decisiones se deben basar en un buen procesador de información. En este sentido, dada la naturaleza de los problemas a resolver, las finanzas han sido el campo natural de aplicación de la Analítica de datos. Las áreas más habituales son, en general, la determinación del riesgo, la valoración de activos financieros, los derivados, los pronósticos de mercado y del riesgo de los títulos o el abanico de las finanzas corporativas. Aunque la lista es interminable, las anteriores pueden proporcionarnos una idea apropiada de sobre la integración de la Analítica de Datos en las finanzas.

Resulta interesante, no obstante, evaluar la importancia de la Analítica de Datos en las finanzas a la luz de la tipología de los datos financieros primarios que se utilizan. Podemos agrupar las aplicaciones en tres bloques (Gautam y Bhimavarapu, 2022):

Datos Transversales. Hay varias decisiones en finanzas donde la aplicación de las herramientas de la Analítica de Datos son útiles. Decisiones sobre Valoración por Múltiplos (o valoración relativa) de activos reales, decisiones de valoración de activos financieros, decisiones de distribución de dividendos, y decisiones de estructura de capital y aquellas que implican al gobierno corporativo. También, son interesantes las aplicaciones para la identificación de los factores determinantes del coste de un determinado activo o de su rentabilidad.

Datos de Series Temporales. Los datos de series temporales alcanzan su máxima aplicabilidad en los temas financieros y económicos. Por ejemplo, se han utilizado para la determinación del riesgo sistemático (la Beta), necesario en la valoración del CAPM (Modelo de Equilibrio de Activos Financieros) y el ATP (Teoría de Valoración por Arbitraje). También, uno de los usos más importantes de los datos de series temporales es para calcular la volatilidad en la valoración del precio de las acciones y en el área de los

mercados de derivados, para la valoración de opciones.

Datos de panel. De los tres tipos de datos, los datos de panel son los que proporcionan la máxima información. Se utilizan con frecuencia para evaluar el impacto de conceptos más nuevos en las finanzas, que incluyen el gobierno corporativo y la actividad de los accionistas, la difusión de información y la banca. También, el Análisis de Datos se aplica crecientemente para ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de los inversores (*Behavioral Finance*) y la evolución de la inclusión financiera.

En síntesis, para aplicar la Analítica de Datos a las finanzas debemos, en primer lugar, evaluar el tipo de datos que debemos manejar. Entonces, deberemos comprobar si el problema real puede ser abordado con la Analítica de Datos de cara a procesar la información y obtener de ella el conocimiento necesario para la ayuda en la toma de decisiones. Y, por último, deberemos comprobar si es posible descartar el uso de herramientas más complejas o derivadas como la Automatización Robótica de Procesos o la Inteligencia Artificial.

v. Ciencia de Datos (Data Science)

La Ciencia de Datos es un conjunto interdisciplinar de herramientas que combina métodos científicos, procesos y sistemas para adoptar decisiones a partir del mejor conocimiento de los datos.

La metodología para la aplicación de la Ciencia de Datos se desarrolla en tres etapas (véase la Figura 4), a) Preparación de los Datos, b) Implementación de los datos y c) aplicación de las herramientas para el tratamiento más adecuado de los datos.



| Figura 4. Metodología para la Aplicación de la Ciencia de Datos |

En la etapa inicial, la Preparación de Datos, se debe identificar el problema y reunir todos los datos disponibles haciendo uso de las técnicas disponibles como la minería de datos. Ahora, se deben utilizar métodos estadísticos analíticos y descriptivos además de técnicas de visualización de datos para comprender mejor su contenido y observar las características relevantes más evidentes de los mismos.

En la etapa de Implementación de los datos, una vez que se han organizado y depurado se debe definir el modelo de tratamiento de los datos. Aquí, se debe utilizar la denominada Ingeniería de características para crear nuevas variables explicativas adicionales que van a reforzar el modelo definido. A continuación, se evalúa el rendimiento del modelo y se reajusta según sea necesario. Esta evaluación produce los primeros resultados preliminares antes de aplicar en profundidad herramientas tecnológicas más sofisticadas.

En la tercera y última etapa, se aplicarán las herramientas de datos, Figura 5. Son muchas las disponibles y, dependiendo del problema a tratar, se utilizarán unas u otras. En todo caso, su ejecución puede ser tan simple como hacer

un informe con recomendaciones o tan compleja como trabajar con el modelo integrado de varias herramientas armonizadas. El uso de las más adecuadas determinará la calidad de los resultados para la empresa.

Almacenamiento de datos:	Análisis de los datos:	Aprendizaje automático:	Visualización de datos:
<ul style="list-style-type: none"> • Talend Studio • DataStage • Informatica • AWS Redshift 	<ul style="list-style-type: none"> • SAS • Jupyter • R Studio • MATLAB • Excel • RapidMiner 	<ul style="list-style-type: none"> • Spark MLib • Azure ML Studio • Mahout 	<ul style="list-style-type: none"> • Jupyter • RAW • Tableau • Cognos

| Figura 5. Herramientas de datos para la Ciencia de Datos |

5. *Analítica de Datos vs. Ciencia de Datos*

Si bien los campos de la Ciencia de Datos y la Analítica de Datos implican trabajar y manipular datos, no son intercambiables. La Ciencia de Datos utiliza las matemáticas, la estadística y la programación, obtener información e impulsar la estrategia empresarial. Para llevar a cabo un trabajo en el campo de la Ciencia de Datos se necesita conocer correctamente el Aprendizaje Automático, el Modelado de

Datos y el uso de Algoritmos para Automatizar Procesos. Dado que el objetivo final es adoptar decisiones, se requiere, además, conocer o tener experiencia en el campo de la empresa objeto de estudio. Por ejemplo, el desarrollo de un proyecto en ciencia de datos en el cuidado de la salud debería poder generar diagnósticos, ayudar a prevenir enfermedades o enseñar a las computadoras a leer radiografías o resonancias magnéticas.

La Analítica de Datos consiste, como ya hemos visto en el apartado anterior, en la recopilación, organización y mantenimiento de datos, así como del uso de estadísticas, programación y otras técnicas para obtener información de los datos. La Analítica de Datos, por ejemplo en un negocio, podría hacer el seguimiento de los comportamientos de compra de los clientes, la trazabilidad de los pedidos, y la recomendación de venta en las diferentes ubicaciones. Se trata pues, de detectar tendencias y contribuir a resolver problemas. La ciencia de datos tiene una perspectiva más estratégica mientras que la Analítica de Datos es más táctica.



| Figura 6. Análisis de Datos, Analítica de Datos y Ciencia de Datos |

En definitiva, aunque la Analítica de Datos y la Ciencia de Datos trabajan con los mismos conjuntos de datos, la primera tiene por objetivo responder las solicitudes concretas de los responsables de la toma de decisiones, como resolver problemas o detectar tendencias, mientras que la segunda tiene un horizonte de evaluación mucho mayor, esto es, se modelan los datos mediante algoritmos y aprendizaje automático para hacer predicciones, identificar oportunidades o apoyar la estrategia.

6. *Aplicaciones a las finanzas*

La Ciencia de Datos se ha aplicado con éxito en un gran número de áreas como, por ejemplo, en el sector de la salud o en las actividades predictivas de los bancos centrales. Controlar el recorrido de la economía es de vital importancia para los gobiernos y para las autoridades financieras. En este sentido, el diseño de modelos eficientes de pronóstico y predicción inmediata es muy importante para establecer políticas fiscales y monetarias adecuadas, sobre todo en épocas de turbulencia económica.

Sin embargo, debido al nivel de complejidad que implica su utilización, la Ciencia de los Datos ha sido poco empleada, a nivel empresarial. Esta herramienta se utiliza para formular estrategias empresariales donde se necesita contar con información relevante sobre la evolución de los indicadores de la economía y del comportamiento de la competencia. Por definición, este tipo de información no sólo es incompleto para los objetivos deseados sino que tampoco se puede llegar a obtener en el breve plazo de tiempo que se necesita. Esto hace que las previsiones no puedan ser inmediatas y, cuando se

llegan a formular, que estén desfasadas (Conso-
li et al, 2021).

La Ciencia de Datos trabaja con datos estructurados y no estructurados generados por una variedad de fuentes y en diferentes formatos. Para poder utilizarles eficientemente, se aplican algoritmos de extracción e integración de la información así como métodos de aprendizaje automático y tecnologías para el tratamiento de la información en contextos de datos que están situados en la web.

Por ejemplo, Carta et al, 2020 han desarrollado un modelo semántico para generar un léxico industrial específico a partir de los datos recogidos en la base ADN de Dow Jones. El objetivo es crear una base de cotizaciones de acciones del índice S&P 500 donde la fluctuación precios está correlacionada con palabras clave utilizadas en los documentos analizados. También, los textos que reflejan el sentimiento de los inversores, dentro del Wall Street Journal, se han utilizado para mostrar la relación entre los valores fundamentales de las acciones y sus precios bursátiles.

Hay muchos ejemplos de cómo la Ciencia de Datos puede manejar integradamente

algoritmos de aprendizaje automático con la inteligencia artificial para generar soluciones a partir del tratamiento eficiente de datos e información que no han sido explícitamente concebidos para su tratamiento mediante la aplicación de las técnicas tradicionales¹⁵ (estadísticas y econométricas).

a) Nuevas fuentes de datos para los Bancos Centrales

Una de las funciones de los Bancos Centrales consiste en controlar y hacer pronósticos sobre la actividad económica. Para ello se utilizan datos estructurados tanto de nivel microeconómico como macroeconómicos. Recientes desarrollos tecnológicos han revelado el potencial de explotar nuevas fuentes de datos para mejorar sus análisis económicos y estadísticos. Actualmente, estas instituciones cuentan con nuevas fuentes de datos que destacan por su volumen, nivel de detalle, frecuencia y estructura. Hasta ahora, en el área económica no se contaba con

¹⁵ Por ejemplo, datos sobre transacciones con tarjetas de crédito/débito o noticias económicas en tiempo real en redes sociales o en la web en general.

las aplicaciones específicas que permitieran el tratamiento de este tipo de datos. Con la incorporación de este software, se abren nuevas vías como (Consoli et all, 2021):

- Textos de prensa y financieros. Se trata de medir la narrativa de la economía mediante el análisis del *sentimiento* de los agentes sobre el estado de la economía y su percepción de la incertidumbre económica y política a través de la minería de textos (Hu and Liu, 2004, Molina-González et all 2013).
- Abordar funciones de estabilidad financiera y supervisión bancaria (vease, por ejemplo, Fernandez, 2019).
- Aplicación de los nuevos datos, más detallados, para controlar en tiempo real la actividad económica (Kapetanios, and Papailias, 2018).

Las nuevas fuentes suelen ser más granulares¹⁶, están disponibles con mayor frecuencia

¹⁶ La granularidad se refiere al nivel de detalle con el que se almacena y se analiza una información. Se usa para describir la división de datos. Los datos con baja granularidad se dividen en una pequeña cantidad de campos, mientras que los datos

que las tradicionales y cubren fuentes estructuradas (p. ej., transacciones con tarjetas de crédito) y no estructuradas (p. ej., artículos de periódicos, publicaciones en redes sociales), (Ghirelli et al, 2019). Hay que tener presente, sin embargo, que estas nuevas fuentes de datos pueden implicar problemas econométricos. Por ejemplo, en muchos casos no están vinculados a las variables objetivo por una relación causal, sino que reflejan los mismos fenómenos que pretenden medir (por ejemplo, las transacciones con tarjetas de crédito están correlacionadas con el consumo y no lo causan).

1. Cuantificación la narrativa de las noticias para predecir movimientos en el riesgo de mercado

Las noticias y opiniones que se vierten cada día en los medios influyen en los participantes del mercado e impulsan los eventos

con alta granularidad se dividen en una mayor cantidad de campos más específicos. En el ámbito financiero, por ejemplo, la granularidad en la gestión del riesgo de la cartera de crédito hace referencia a la forma en la que está distribuida la cartera. Así, las carteras muy granulares están más diversificadas, lo que las protege del riesgo.

económicos. La Ciencia de Datos permite explicar cómo las narrativas de noticias financieras, descritas por conjuntos de palabras clave financieras, se relacionan con los movimientos a corto plazo (no más de 6 días) en los índices bursátiles. Con este método, el periodo de predicción con mayor rendimiento es de 4 días en adelante. Esto sugiere que los participantes del mercado no siempre reaccionan instantáneamente a las narrativas presentes en las noticias financieras, o que lleva tiempo que esta reacción se refleje en el mercado. Esto abre una ventana de oportunidad para obtener resultados positivos mediante el uso de la Ciencia de Datos para predecir los movimientos de los índices en un horizonte temporal a corto plazo, (Dierchx et al 2021).

Con los datos obtenidos en textos de prensa (ordinaria y financiera) ya se construyen índices de incertidumbre política y económica. Por ejemplo, en Estados Unidos, recopilando en la prensa palabras relacionadas con los conceptos de incertidumbre, economía y política, Baker et al (2016) han construido un indicador de incertidumbre política (Economic Policy Index, EPU). Para España, Ghirelli et al. 2019, utilizan

el Índice de Incertidumbre de la Política Económica (EPU) (Baker et al. 2016), ampliando la cobertura periodística para intentar mejorar los resultados mediante la afinación de la riqueza de las palabras clave y expresiones utilizadas.

b) Aprendizaje Automático para la Estabilidad Financiera

La anticipación de las crisis financieras resulta esencial para tomar medidas con suficiente antelación y prevenir sus consecuencias. Necesitamos aprender a comprender la naturaleza multidimensional, cambiante en el tiempo y no lineal de los datos, algo que no alcanzan los modelos tradicionales. La crisis financiera global que comenzó con el colapso de Lehman en 2008 y la subsiguiente crisis de la deuda soberana de la Eurozona entre los años 2010 y 2013 han cambiado profundamente el pensamiento económico en torno al aprendizaje automático. La capacidad de descubrir relaciones complejas y no lineales, ha puesto en cuestión la inconsistencia de los modelos tradicionales en la predicción de crisis financieras y la necesidad de explorar enfoques basados en datos. No obstante, hay que ser prudentes

y debemos ser conscientes de lo que el Aprendizaje Automático todavía puede y no puede hacer. De momento, es aconsejable gestionar estos algoritmos junto con enfoques tradicionales comunes para hacer que las predicciones de crisis financieras sean estadísticamente más sólidas y teóricamente consistentes. Además, sería importante trabajar en mejorar la interpretabilidad de los modelos, ya que existe una gran necesidad de entender cómo se toman las decisiones en temas de estabilidad financiera, Alessi and Savon, 2021.

- c) Mejora la precisión de los modelos econométricos de pronóstico

Se puede mejorar los resultados de la medición de variables tradicionales, como el sentimiento del inversor, en el mercado bursátil. Mediante el Aprendizaje Automático, en el contexto de la previsión financiera, se evalúa el sentimiento a nivel de mercado (por ejemplo, a partir de una muestra aleatoria del 10 % de usuarios de Twitter). La precisión del pronóstico de la variable de sentimiento mejora significativamente para cada estimador econométrico y algoritmo de máquina considerado. Esto

proporciona una ilustración de los beneficios de las nuevas herramientas de la literatura de procesamiento de lenguaje natural en la creación de variables que pueden mejorar la precisión de los modelos de pronóstico (Lehrer et al. 2021).

En su conjunto, se obtienen grandes beneficios del uso de nuevas fuentes de datos de las redes sociales respecto a las técnicas predictivas, desarrolladas en la literatura de aprendizaje automático para pronosticar datos financieros. El uso de estas herramientas todavía no es generalizado por los técnicos debido a su desarrollo temprano y al desconocimiento de cómo funcionan y qué miden, pero a medida que se vaya comprendiendo su uso y empiecen a aplicarse, probablemente la fiabilidad de las actuales predicciones aumentará sustancialmente.

- (d) Uso de tarjetas de crédito para mejorar las predicciones del PIB

Partiendo de datos acerca del sistema de pago electrónico en Italia, Aprigliano et al. (2019) logran mejores predicciones del PIB a corto plazo que los tradicionales modelos que

usan indicadores estándar del ciclo económico. Los autores, construyen indicadores de datos de pago basados en el agregado de una gran cantidad de transacciones y observan que los datos de pago que rastrean la actividad económica, proporcionan información adicional respecto a otros indicadores comparables a corto plazo.

En España, Bodas et al, (2019), construyen índices de consumo minorista, regional y sectorial, utilizando datos del BBVA acerca de las transacciones realizadas con tarjetas de débito y crédito del banco.

b) *Finanzas 5.0. Volviendo a las personas*

Hemos visto que el concepto de Finanzas 4.0, tiene como objetivo la integración de máquinas y sistemas inteligentes para introducir cambios en los procesos de adopción de decisiones que mejoren su eficiencia. Esto se está consiguiendo mediante el nexo de la digitalización con herramientas tales como el Internet de las Cosas, el Aprendizaje Automático, la Inteligencia Artificial, el Trabajo Computacional en la Nube, la Analítica de Datos o la Robotización.

La clave de este modelo es el uso de Internet y de las tecnologías de la información para conseguir la integración del papel humano en las máquinas controladas digitalmente.

Aunque, existe un enorme atractivo por incorporar estas tecnologías, muchas empresas se encuentran todavía al inicio del camino en el desarrollo de las Finanzas 4.0 incluso, para otras, estas siguen constituyendo una etapa no muy cercana. Es decir, la implantación de las Finanzas 4.0 es todavía muy reducida y, en algunos casos, los directivos piensan que descansan en conceptos que podrían calificar de visionarios. No obstante, hay quien manifiesta que es necesario avanzar, dando un paso más hacia otro tipo de perfil, puesto que la eficacia demostrada hasta el momento por las herramientas mencionadas (Internet de las Cosas, etc.) resulta insuficiente. Y, afirman también, que no parece que esto sea así porque tales herramientas no sean las adecuadas sino porque las competencias y habilidades de los directivos todavía no están adaptadas a las necesidades de una economía tecnologizada (Prause y Atari, 2017). Así, aunque queda pues un largo recorrido para incorporar las Finanzas 4.0 en las

empresas, ya se están empezando a proponer las nuevas Finanzas 5.0.

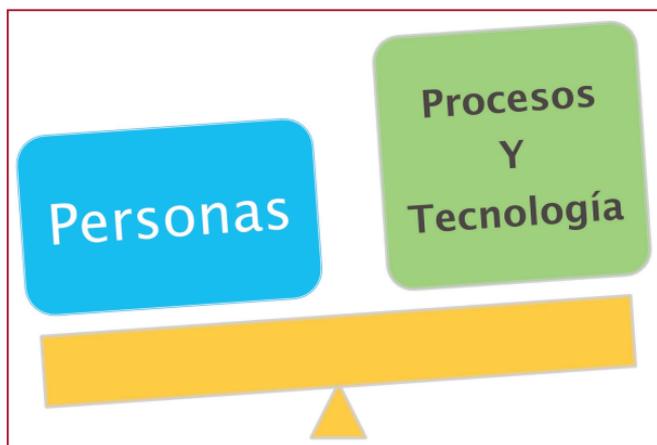
Las Finanzas 5.0 se desarrollarían en el marco de la Economía 5.0¹⁷ que, a diferencia del enfoque 4.0, se propone como un cambio hacia los valores humanos, de acuerdo con el concepto más amplio de Sociedad 5.0. Se trata de equilibrar el progreso económico con la resolución de problemas sociales a través de un sistema que integre fuertemente el ciberespacio y el espacio físico» (Keidanren, 2016).

En este contexto, se reconoce explícitamente el papel humano en la economía, potenciando la colaboración entre personas y sistemas de producción inteligentes, en una relación en la que no todas las actuaciones deban ser orientadas por el ánimo de lucro. De acuerdo con la Unión Europea, la economía 5.0 debe «ofrecer una visión de la industria más allá de la eficiencia y la productividad como únicos objetivos, y reforzar el papel y la contribución

¹⁷ El término se refiere a la colaboración de los individuos en los campos de la innovación, la creatividad y la competitividad de la sociedad, para crear formas únicas de crear valor en las estructuras económicas.

de la industria a la sociedad». Factores como el bienestar de los empleados o el respeto por los recursos medioambientales limitados son los nuevos valores que, en este nuevo escenario, deberían incorporar las organizaciones, lo que supone un cierto desplazamiento del enfoque económico hacia el bienestar social.

Tras esta reconfiguración, se asigna un papel importante a las tecnologías cognitivas y la inteligencia artificial, que permitirán profundizar en las interacciones entre personas y máquinas. Gracias a la colaboración humana con robots inteligentes, las empresas podrían alcanzar la dimensión de la personalización como nunca antes lo habrían hecho. Es importante destacar que el concepto de Industria 5.0 rechaza la primacía de la automatización, asignando la prioridad a los humanos. La idea subyacente es que la tecnología debe utilizarse para apoyar a las personas en la realización de sus tareas. A diferencia del concepto Industria 4.0, ahora, la nueva jerarquía sería la siguiente: primero las personas, luego los procesos y solo en tercer lugar, la tecnología, Figura 7. «Incluso la tecnología más avanzada no debería estar por encima de la humanidad» (Sulkowski et al. 2021).



| Figura 7. Economía 5.0 |

Algunos colectivos ya están empezando a debatir sobre los cambios que implicaría el camino hacia las Finanzas 5.0. El Grupo ESIR de la Comisión Europea, el Club de Roma, el World Economic Forum se han reunido en el Foro de Davos con un buen número de grandes empresas. Su reflexión final es que si las empresas invirtieran capital en áreas específicas con el objetivo de lograr fines sociales, se estaría contribuyendo a una sociedad más justa y sostenible.

Según el Banco Central Europeo, las finanzas y el medio ambiente deberían estar

asociados por interés común, puesto que los eventos climáticos como los incendios forestales, las sequías o la subida del mar podrían llegar a afectar a las entidades financieras hasta un 30% en su exposición al riesgo.

Los miembros del ESIR piensan que las empresas deberían facilitar la participación de los ciudadanos en la elección de las inversiones financieras. Esto ayudará a dirigir las hacia el logro de objetivos sociales. De esta forma, las Finanzas 5.0 contribuirán a promover un perfil del sistema financiero en apoyo mucho más decidido a las pequeñas y medianas empresas.

Los sectores financiero y público, conjuntamente, podrían definir líneas de apoyo a los emprendedores durante los períodos más críticos del desarrollo de sus ideas de negocio, en los cuales más del 78% de los proyectos de base tecnológica fracasan. La articulación de ayudas fiscales, asignación del riesgos en el ámbito asegurador y reducción de costes de la financiación, por ejemplo a través de bonos verdes y de sostenibilidad, ayudarían mucho en esas fases críticas de los proyectos emprendedores. Parece que algunas entidades han entendido el problema y, por ejemplo, ahora mismo el

grupo bancario HSBC proporciona ayudas a la financiación de proveedores a las empresas que alcanzan una determinada puntuación según el Índice de Sostenibilidad valorado por Carbon Disclosure Project (CPD) (Mallol, 2022).

En estas circunstancias, un tema importante es la preparación de los futuros miembros de la sociedad que deberán desenvolverse en un realidad tecnologizada. Un área que vale la pena explorar es el análisis de futuras oportunidades de aprendizaje. Especialmente la docencia y la docencia en la educación superior que, como preparación del futuro personal investigador y directivo, puede representar cambios adaptativos en la tendencia de la Economía y las Finanzas 5.0.

| 4. LOS RETOS DE LAS FINANZAS |

HASTA AQUÍ, hemos analizado los grandes desarrollos de las finanzas, primero los que se han producido durante la época dorada de la última mitad del siglo pasado y, en segundo lugar, tras las crisis del presente, el gran empuje experimentado por la incorporación de la tecnología para ayudar a las empresas en la gestión diaria.

| a) *Lo que aún no sabemos de finanzas*

La innovación tecnológica está cambiando la forma en la que se gestiona la empresa haciéndola mucho más dinámica, pero no ha resuelto los problemas de fondo que siempre han preocupado a las empresas. Quedan, pues, pendientes algunos temas que deben ser atendidos en el futuro. Brealey y Myers, probablemente los autores más influyentes en el campo de las finanzas, afirman que, si bien el número de problemas no resueltos es infinito (como axioma), el número de ellos que mentalmente podríamos abordar no debe superar los diez. Siempre habrá, por tanto, diez problemas que

necesiten nuestra atención. La Tabla 4 presenta la relación de esos problemas y la jerarquía que los mismos han ocupado a lo largo del tiempo.

	1988	1993	2003	2010	2015	2021
¿Cómo se adoptan las principales decisiones financieras?	1	1				
¿Qué determina el riesgo de un proyecto y su Valor Actual?	2	2	1	1	1	1
El rendimiento y el riesgo: ¿Nos hemos perdido algo?	3	3	2	2	2	2
¿Hay excepciones importantes a la teoría del mercado eficiente?	4	4	3	3	3	3
¿Es la Dirección un pasivo fuera de balance?		5	4	4	4	4
¿Cómo podemos explicar el éxito de los valores y mercados nuevos?		6	5	5	5	
¿Cómo se valoran las opciones complejas?	5					
¿Cómo podemos explicar los procedimientos de emisión de acciones ordinarias?	6					
¿Podemos explicar la estructura de capital?	7	7				5
¿Podemos resolver la controversia sobre a la distribución de dividendos?	8	8	6	6	6	6
¿Qué riesgos debe asumir una empresa?			7	7	7	
¿Cuál es el valor de la liquidez?	9	9	8	8	8	8

	1988	1993	2003	2010	2015	2021
¿Podemos explicar las oleadas de fusiones?	10	10	9	9	9	7
¿Cómo Podemos explicar las diferencias internacionales en la arquitectura financiera?			10	10		
¿Por qué los sistemas financieros son tan propensos a las crisis?					10	9

| Tabla 4. Diez problemas no resueltos en finanzas |

Fuente: Brealey y Myers (1988, 1993, 2003), y Brealey, Myers y Allen (2010, 2015, 2021).

A lo largo del tiempo unos problemas han ido resolviéndose pero otros han ocupado su lugar. Incluso, algunos que creíamos resueltos, como la estructura de capital, vuelven a cobrar importancia porque hemos descubierto nuevas lagunas sobre ellos.

En el último censo de problemas sólo anotamos 9 y, entre ellos, aparece uno nuevo: ¿Por qué los sistemas financieros son tan propensos a la crisis? Verdaderamente, dado el momento por el que pasamos, este es el problema que más preocupa a la economía. Desde la perspectiva financiera, este tema está íntimamente relacionado con al menos dos de los otros problemas mencionados en la Tabla: las excepciones que

muestra la Teoría de los Mercados Eficientes y la composición de la Estructura de capital. Vamos a dedicar el siguiente epígrafe a analizar la cuestión.

b) *¿Por qué los sistemas financieros son tan propensos a las crisis?*

Ni la Teoría de Carteras de Markowitz ni la Teoría de los Mercados Eficientes son capaces de detectar o predecir las burbujas de activos que dan lugar a las crisis económicas. En realidad esto no es una debilidad de estas teorías, simplemente no están diseñadas para ello y, por tanto, no podemos exigirselo. Muchos investigadores han intentado, sin gran éxito, abordar esta tarea pero la forma en que se desata una crisis y los factores que la acompañan no siempre son fáciles de predecir.

Quizás sea Minsky una de las pocas personas que han logrado explicar que lo que produce las crisis es la inestabilidad económica inherente a nuestro sistema financiero. El argumento de Minsky es que las crisis se deben principalmente a que la economía y la financiación de las compras de activos están impulsadas por la

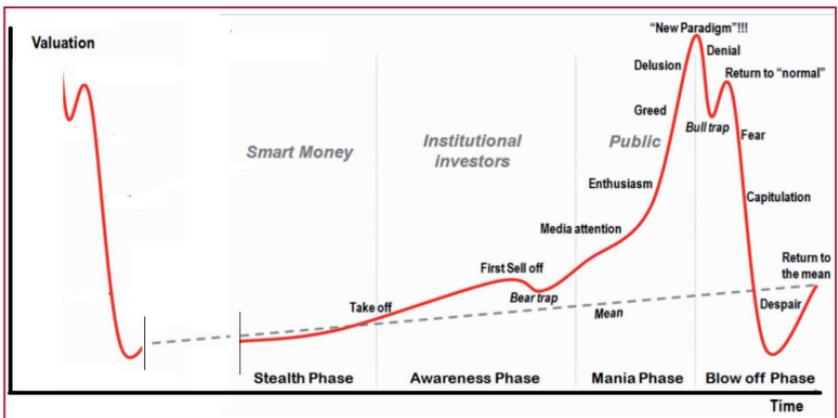
deuda. Paradójicamente, entiende que el sistema¹⁸ genera inestabilidad financiera porque las fases de estabilidad económica son en sí mismas desestabilizadoras.

La teoría del ciclo económico de Minsky descansa, esencialmente, en las fluctuaciones del crédito procedentes de la inestabilidad financiera. Así pues, es el propio sistema es el que genera su particular fragilidad, que provoca una crisis de medios de pago. El sistema financiero finalmente se debe hacer eco del problema y termina por imponer restricciones crediticias a la economía real. Los primeros que se verán afectados son aquellos cuyos niveles de endeudamiento son puramente especulativos, y, claro está, serán por tanto los primeros en caer en la insolvencia, Gnjatovic y Jovancai (2010).

En este contexto, la economía se movería sistemáticamente a través de subciclos económicos, enmarcados estos en un régimen financiero caracterizado por la evolución sucesiva de las siguientes etapas:

¹⁸ Minsky defiende que el sistema capitalista es inestable en sí mismo puesto que genera inestabilidad financiera a lo largo del ciclo económico.

- a) un periodo de cobertura de riesgo
- b) un proceso especulativo
- c) en última instancia, un esquema estilo Ponzi
- d) estallido de la burbuja generada en las anteriores fases



| Figura 8. Las etapas de una burbuja económica |

Fuente: Jean-Paul Rodrigue (2008)

En la Figura 8 se pueden observar las cuatro fases que incluyen el estallido de la burbuja.

En la primera etapa, también, llamada de inversión inteligente, (Rodrigue, 2008), los flujos

de efectivo generados por el activo comprado serán más que suficientes para cumplir con la obligación de pagos en efectivo. Este suele ser un período que tiene lugar justo después del estallido de una burbuja. En esta fase los gestores financieros, advertidos por la experiencia reciente, son extremadamente cautelosos y la emisión de deuda es bastante baja. Así es como se veía el panorama económico en 2009 cuando los bancos aún atravesaban un proceso de desapalancamiento.

En el segundo tramo, la fase de concienciación, (Rodrigue, 2008), los flujos de efectivo del activo financiado no serán suficientes, al menos a corto plazo, para compensar los compromisos de reembolsos de las deudas. Sin embargo, durante un período de tiempo más largo, el director financiero piensa que el activo generará suficientes flujos de efectivo para amortizar estos pasivos. Por lo tanto, se prevé la posibilidad de renovar la deuda. En la crisis financiera global, el período 2003-2004 es el que mejor representó esta fase.

En el tercer periodo, la fase maniática, (Rodrigue, 2008), se produce un estado parecido a la euforia, durante el cual los estándares de

préstamos bancarios son tan flexibles que la probabilidad de reembolso es baja. En este contexto, se hace necesaria una refinanciación continua a la vez que el aumento de la deuda. En esta etapa, todo se vuelve extremadamente vulnerable, y fundamentalmente, a los cambios en la estructura de los tipos de interés, por ejemplo, a una ampliación de los diferenciales de crédito o una interrupción en los flujos de efectivo generados por el activo comprado. Las empresas, cuando se produce esta situación, no son capaces de generar suficientes ingresos operativos para pagar el principal de la deuda ni los intereses y deben vender activos o endeudarse todavía más sólo para poder pagar los intereses de la deuda previa.

Cuarta etapa, periodo de retirada (Rodríguez, 2008), por lo general es necesario que se produzca una serie de eventos crediticios, como algunas quiebras, para volver a la primera fase o a la segunda. El período 2006-2007 de la crisis financiera global sería el que mejor podría describir esta fase.

1. El momento Minsky

Cabría hacernos la siguiente pregunta: ¿cuál es el momento del ciclo económico *Minsky* en el que nos encontramos? No es fácil dar una respuesta puesto que aún persisten algunos de los efectos considerados pre-crisis, como el porcentaje de deuda sobre el PIB a la vez que se ha interpuesto otra crisis económica sobrevenida por la confluencia de la COVID-19 y la actual guerra de Ucrania que han distorsionado el ciclo *predecible*. También es cierto que ni los niveles de beneficios empresariales, de inversión, de deuda soberana, ni la tasa de desempleo han llegado a alcanzar las cifras anteriores a la crisis de 2007.

El argumento implícito en el trabajo de Minsky es que el mecanismo que mueve el sistema necesita constantemente de liquidez. Si esta faltase, el sistema se detendría. El problema es que el propio sistema no siempre puede producir suficiente liquidez. Sólo los estados fuertes pueden hacerlo. Quizás, esto explica las políticas monetarias expansivas de la UE o los EEUU (con su impulso fiscal) regando

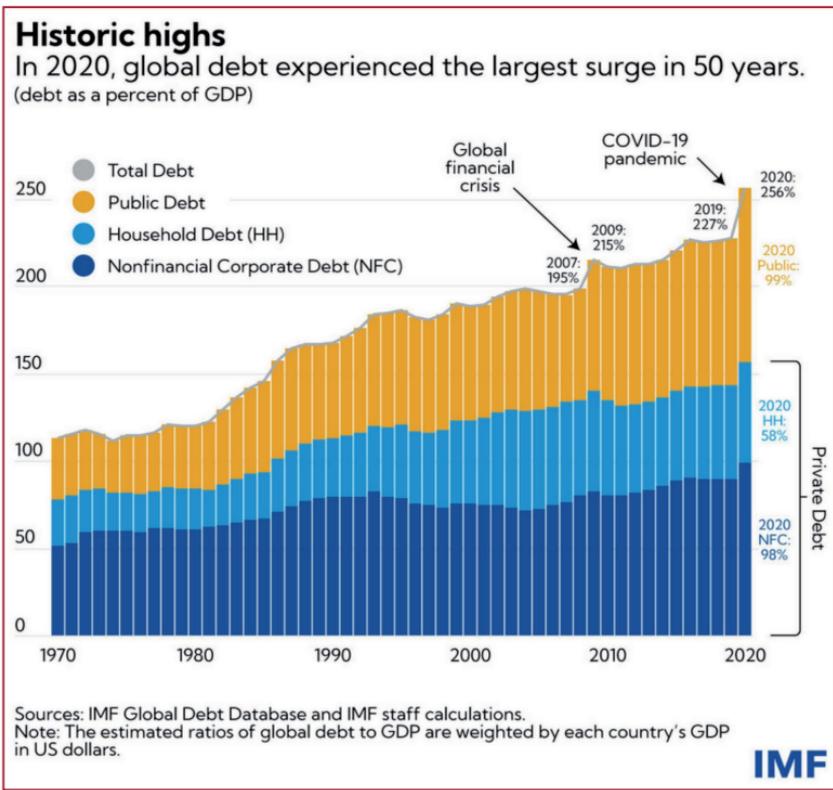
liquidez en el mercado para contrarrestar las consecuencias de la crisis del COVID-19. ¿Han seguido, entonces, nuestros reguladores los principios de Minsky? Si es así, todavía cabe preguntarse si los Bancos Centrales se han excedido con el nivel de masa monetaria en circulación (M3), con crecimientos generalizados de dos dígitos, lo que puede haber contribuido a alimentar el problema adicional de la inflación.

Para generar esa liquidez, los estados se han lanzado sin desenfreno a la emisión de deuda. Durante los últimos 20 años los Bancos Centrales, han estado emitiendo moneda a unos bajísimos tipos de interés, incluso negativos, que ha provocado un sobreendeudamiento público sin precedentes, lo que ha permitido a los políticos gastar y pedir prestado libremente¹⁹. Sin embargo, otros opinan que la acumulación de deuda por parte de los Estados y también por las empresas y las familias, podría estar

¹⁹ La teoría monetaria moderna había allanado el camino para este cambio de actitud de los gobiernos al plantear la hipótesis de que los países con monedas fiduciarias, como el USD o el JPY, podrían emitir deuda más o menos sin límites, Kelton, 2020.

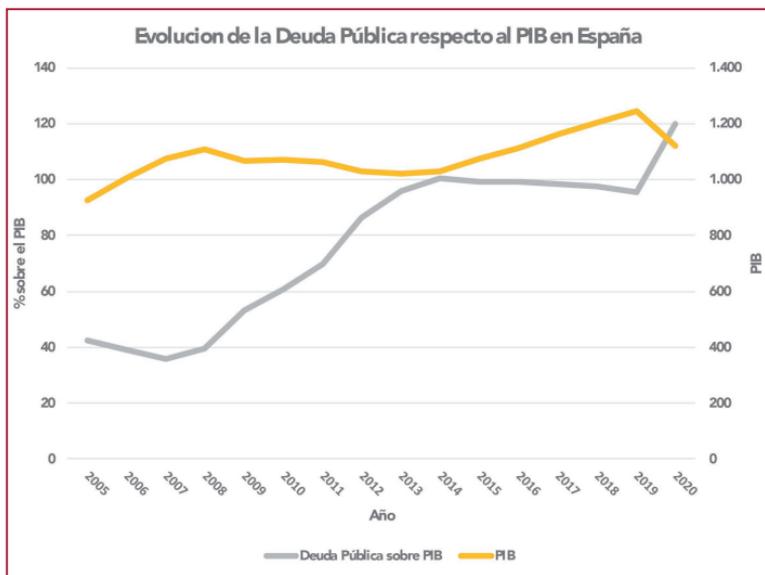
avanzando hasta un punto en el que, en un contexto de subidas de tipos de interés como el que se está experimentando, ya no sería posible controlar y volver atrás. Los principales economistas argumentan que los altos niveles de deuda generan problemas como impuestos más altos, ingresos futuros más bajos y una creciente inequidad entre generaciones.

En el Gráfico 1, vemos como, durante la última década, se está gestando una degradación de la calidad del crédito pues la deuda mundial está creciendo a un ritmo mucho más elevado que lo hace la economía. Y, con la subida de los tipos de interés, resulta que los ingresos necesarios para pagar la deuda son proporcionalmente menores que los compromisos derivados de la acumulación de deuda durante el periodo.



| Gráfico 1. Deuda histórica durante los últimos 50 años |

La situación en nuestro país, todavía es más acusada como observamos en el siguiente Gráfico.



| Gráfico 2. Deuda Pública Española respecto al PIB |

Después de los estragos de la pandemia COVID, la economía mundial se enfrenta a los problemas económicos inducidos por la inflación y la guerra de Ucrania. Algunos organismos internacionales como El Fondo Monetario Internacional han advertido de los altos niveles de deuda mundial y la desaceleración en el crecimiento económico y con la amenaza de recesión en los países europeos. ¿podría esto acelerar el próximo Momento Minsky?, ¿Falta todavía

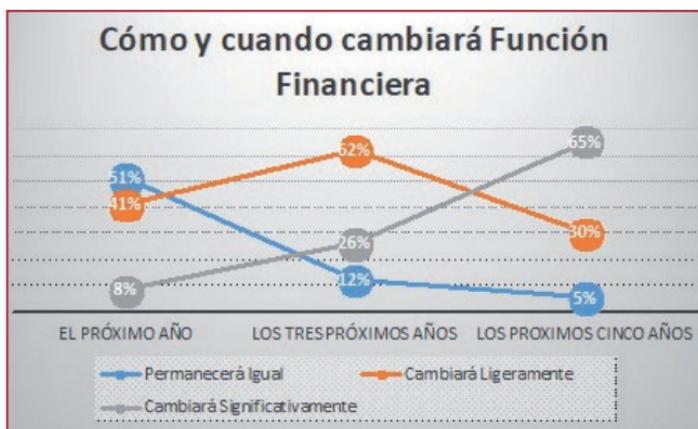
algún elemento importante para evidenciar la inestabilidad de los mercados? De acuerdo con la entidad, a nivel mundial se está evidenciando un problema de desconexión entre la valoración de los títulos y la rentabilidad de las empresas correspondientes, valoraciones excesivas que superan las expectativas de crecimiento de beneficios. La combinación de esta circunstancia con la subida de tipos de interés que los Reguladores Financieros han provocado para controlar la inflación, podría ser el «catalizador» necesario para encender la «inestabilidad». No cabe duda de que esto es un indicio de una eventual crisis.

| c) *La función financiera del futuro*

Alcanzar la próxima frontera de las Finanzas 5.0, exigirá a los ejecutivos de finanzas cambiar las prioridades en sus funciones del pasado para adaptarse a los retos financieros que vendrán. ¿Cuál debe ser la senda que deberán seguir? Cuando el propio mañana es incierto, pronosticar el futuro de la Función Financiera resulta un desafío.

Una forma de intuir el contenido de los conocimientos y habilidades que deberán adquirir

los directivos es conocer la opinión de los que profesionalmente se dedican a la actividad financiera. ACCA y PwC, 2019, han llevado a cabo conjuntamente una serie de talleres y entrevistas con profesionales de las finanzas que desarrollan su actividad alrededor de las estrategias en la función financiera. En una primera etapa, se sondeó a los profesionales respecto a su opinión sobre si la Función Financiera va a cambiar en los próximos años. Como se observa en el Gráfico 3, hay un importante consenso sobre un cambio significativo en el papel de la función financiera durante los próximos diez años.



| Gráfico 3. Cómo y cuando cambiará la Función Financiera |

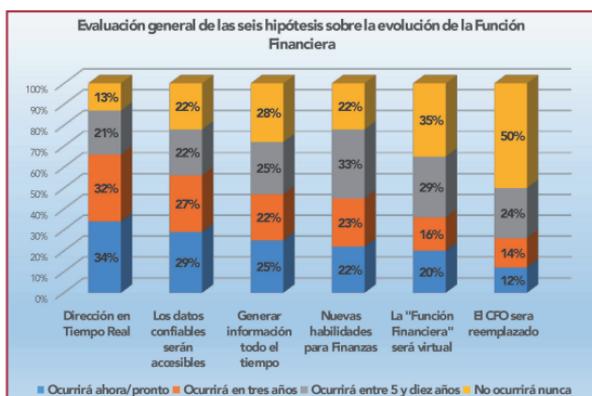
En la línea de desarrollo seguida en este trabajo, la transformación de las finanzas se podría sintetizar en cuatro dimensiones. 1) Las habilidades (las personas); 2) la tecnología en la transformación de las organizaciones y en el establecimiento del control interno; 3) los procesos, y 4) la creciente importancia de los datos. Teniendo en cuenta estas dimensiones, el trabajo de ACCA y PwC (2019) giró en torno a las respuestas obtenidas de más de 1100 profesionales acerca de un conjunto de seis hipótesis, Tabla 5, desarrolladas por el equipo del proyecto en relación con la evolución previsible de las finanzas en los próximos años.

	Los datos accesibles y confiables impulsarán la toma de decisiones centrada en el cliente en tiempo real
	Los datos confiables deberán ser accesibles por toda la organización
	Los equipos de finanzas dedicarán todo su tiempo a generar información
	Las actividades financieras tradicionales desaparecerán. Se necesitarán nuevas habilidades y trayectorias profesionales.
	La "Función Financiera" del futuro tendrá un componente fundamentalmente virtual.
	La función tradicional del CFO será reemplazada por las de los directores de operaciones y de estrategia.

| Tabla 5. 6 Hipótesis sobre la Evolución Futura de la Función Financiera |

Los resultados obtenidos en las entrevistas donde se pusieron a prueba estas seis hipótesis confirmaron una amplia aceptación de que efectivamente representaban tendencias clave en las finanzas y una parte importante de la visión de su futuro, incluso para muchos, ya eran una realidad cercana.

A los profesionales a quienes se les plantearon estas hipótesis, se les pidió que indicaran si ellos pensaban que éstas acontecerían en su organización y de ser así, cuándo tendría lugar, a corto plazo (un año), a medio plazo (tres años) o a largo plazo (de cinco a diez años). El Gráfico 4 muestra los resultados.



| Gráfico 4. Evaluación General de las seis hipótesis sobre la evolución de la FF |

Fuente: ACCA y PwC, 2019

De los resultados de la encuesta se desprende que hay un fuerte consenso respecto a que, en las finanzas, el uso masivo de datos en tiempo real y confiables es algo que ahora mismo ya está sucediendo. Si bien, no podemos obviar que se prevé que se producirán cambios a largo plazo, resulta, sin embargo, menos probable que la función de las finanzas evolucione como lo plantean las dos últimas hipótesis, es decir, que la función financiera se vuelva virtual (con un diseño organizacional menos rígido) y que el papel de liderazgo de las finanzas se reduzca.

En síntesis, la función financiera del futuro deberá estar más íntimamente involucrada en la toma de decisiones corporativas, como lo refleja la Figura 8. También, los directores financieros deberán dar más importancia a la gestión estratégica y no tanto permanecer atados a tareas más administrativas como procesar números. Además, piensan que las decisiones que ellos vayan a adoptar en el futuro se deberían evaluar directa e inmediatamente sobre la base de su impacto en el precio de la acciones de la empresa en el mercado. El trabajo de Gitman, y Vandenberg, (2003), sostiene que los directivos piensan que el mercado ya es bastante eficiente en

términos de procesamiento de información, así como en la adopción de nuevas tecnologías de comunicación, de forma que será posible llevar a cabo, de forma adecuada, tales evaluaciones.



| Figura 8. La Función Financiera del Futuro |

Respecto a las nuevas competencias que deberán mostrar los directores financieros en el futuro, se destaca una necesaria mejora de las habilidades en la comunicación y un deseable acercamiento de las aptitudes financieras hacia el marketing y las operaciones, sobre todo en aquellas empresas cuyo propósito sea principalmente el crecimiento económico. También, deberán ser capaces de proporcionar, de forma virtual, inmediata e interpretada, cualquier tipo de informe financiero que sea demandado por los *stakeholders*.

Un nuevo estudio realizado por la consultora Deloitte, donde se encuestó a 41 ejecutivos de finanzas de todo tipo de sectores, ha revelado que las empresas están observando que las habilidades requeridas para una gestión eficiente no concuerdan con las habilidades actualmente disponibles. Hay una clara brecha. Para adaptarse a los cambios que se están experimentando el director financiero de hoy debe ser experto en tecnología, razón por la cual los ejecutivos (sobre todo los de las instituciones financieras) están comenzando a formarse para adquirir estas capacidades digitales y, también, a contratar graduados de áreas tecnológicas (Deloitte, 2021).

En el análisis de Deloitte, el 90% de los encuestados ven las Finanzas como el proveedor clave de información para la toma de decisiones gerenciales en la empresa, y otro 76% incluso ven a Finanzas como el principal proveedor para la toma de decisiones operativas, (Deloitte, 2021). Los resultados de esta encuesta se añaden a otros anteriores en los que se pone de manifiesto la necesidad de mejorar el papel estratégico de la dirección financiera para impulsar la toma de decisiones.

| CONCLUSIONES |

LA ECONOMÍA FINANCIERA o las finanzas, como es también conocida, es un conjunto de conocimientos para gestionar los recursos financieros escasos en el tiempo. Comprende la administración del dinero por parte de los individuos, las empresas y las instituciones financieras. Su contenido se organiza en tres grandes campos, las Finanzas Corporativas, las Finanzas de los Mercados y las Finanzas Personales.

Durante la segunda mitad del siglo pasado, la época dorada de las finanzas, la Economía Financiera ha experimentado una explosión de producción de teorías financieras que han influido decisivamente en el devenir de la empresa a la vez que han potenciado el desarrollo de los mercados de capitales. Han permitido comprender el valor a través de la formulación de la relación entre la rentabilidad y riesgo de los activos.

A comienzos de siglo se empezaron a producir grandes movimientos de capital internacionales y de bienes y servicios, que dieron lugar al proceso de globalización. El desarrollo de la

tecnología a partir de entonces ha sido enorme, lo que ha llevado a identificar ese periodo con el comienzo de la cuarta revolución industrial (industria 4.0). La incorporación de nuevas tecnologías, que aplican complejos algoritmos a la creciente disponibilidad de datos (*Big Data*), ha producido una verdadera carrera en la que las empresas compiten en la adaptación de las nuevas herramientas tecnológicas a sus procesos económicos y financieros.

La tecnología de la computación en la nube (cloud computing), el internet de las cosas (IoT), el Blockchain, la automatización de procesos (robotic Process Automation, RPA) o la Inteligencia Artificial (*AI*) y el aprendizaje automático (machine learning), por sí solas o combinadas en la denominada Ciencia de Datos, está transformando la gestión de la empresa. Aunque todavía en una fase incipiente de desarrollo, ofrecen a las empresas un nuevo marco para la adopción eficiente de decisiones. También, en el campo financiero, las nuevas tecnologías están mejorando la calidad de los informes que ayudan a soportar las decisiones financieras o minimizando errores mediante la implantación de procesos optimizados.

Si bien la implantación de las Finanzas 4.0 es todavía muy escasa, hay quienes piensan (sobre todo a nivel institucional) que la implantación de las herramientas tecnológicas puede conducir a una cierta deshumanización de las empresas. Otros, también argumentan que tales aplicaciones no serían tan eficaces como prometen. Unos y otros, abogan por caminar hacia un nuevo modelo de Finanzas 5.0, donde las competencias y habilidades de los directivos estén más entrelazadas con los sistemas de producción inteligentes, generando así una nueva jerarquía donde en primer lugar se situarían las personas, luego los procesos y, por último, la tecnología.

Si bien la innovación tecnológica está cambiando la forma en la que se gestiona la empresa haciéndola mucho más dinámica, aún no se han resuelto algunos de los problemas de fondo que siempre han preocupado a las empresas. Es necesario volver la vista atrás y retomar los grandes problemas financieros todavía no resueltos. De los principales temas que permanecen sin solución, destacamos, por su actualidad el que ha surgido después de las dos crisis económicas y financieras del siglo: ¿Por

qué los sistemas financieros son tan propensos a la crisis? La respuesta a esta cuestión no es fácil. Incluso, nos lleva a otras preguntas, la más radical de ellas: ¿estamos ante los indicios de una nueva crisis?

El futuro de las finanzas nadie lo conoce. Tenemos ante nosotros un panorama que, a la vez que nos señala un conjunto de problemas financieros clásicos, todavía sin resolver, también nos muestra un conjunto de nuevas herramientas de corte tecnológico cuya utilización hace más eficiente la adopción de decisiones financieras. Quienes, ahora mismo están en condiciones de conocer las necesidades futuras de las empresas son sus directivos. Ellos nos dicen que las finanzas del futuro deberán estar más íntimamente involucrada en la toma de decisiones corporativas. Hacía ahí, pues, deberemos caminar.

| BIBLIOGRAFÍA |

- ACCA Global y PwC, (2019), «Finance: a journey to the future?» Junio, en: ACCA Global <https://www.acca-global.com>
- Alessi, L. and Savon, R. (2021). «Machine Learning for Financial Stability», en Consoli, S.; Reforgiato, D. And Saisana, M. (Eds). *Data Science for Economics and Finance. Methodologies and Applications*. Springer, 2021.
- Alzaabi, F. y Nobanee, H. (2021). «Artificial Intelligence and Finance» en: https://www.researchgate.net/publication/355215928_Artificial_Intelligence_and_Finance
- Aslani, O. (2020). «RPA in Accounting and Finance: 20 Innovative Use Cases» En: <https://www.kofax.com/learn/blog/12-innovative-use-cases-rpa-finance-accounting>
- Aprigliano, V.; Ardizzi, G. y Monteforte, L. (2019). «Using Payment System Data to Forecast Economic Activity» «*International Journal of Central Banking*, Octubre, págs. 55-80.
- Aziz, S.; Dowling, M.; Hammami, H. y Piepenbrink, A. (2021). «Machine learning in finance: A topic modeling approach» *European Financial Management*. Vol. 28, n° 3.
- Azofra, V. (2012). «Pasado y presente de las finanzas corporativas». *Revista de Contabilidad y Dirección*. Vol. 15.
- Bahrammirzaee, A. (2010). «A Comparative Survey of Artificial Intelligence Applications in Finance: Arti-

- ficial Neural Networks, Expert System and Hybrid Intelligent Systems». *Neural Computing and Applications*. Nov, nº 8.
- Baker, S.R., Bloom, N. y Davis, S.J. (2016). «Measuring economic policy uncertainty». *The Quarterly Journal of Economics*, Volume 131, Issue 4, November 2016, pags. 1593-1636.
- Bodas, D.; García, JRr.; Murillo, J.; Pacce, M.J.; Rodrigo, T.; Romero J.D.; Ruiz, P.; Ulloa, C.A. y Valero, H. (2019). «Measuring Retail Trade Using Card Transactional Data» *Documentos de Trabajo*, nº 1921, Banco de España.
- Born, A. y Vendrell, J.M. (2022). «A deep dive into crypto financial risks: stablecoins, DeFi and climate transition risk» en: https://www.ecb.europa.eu/pub/financial-stability/macprudential-bulletin/html/ecb.mpbu202207_1~750842714e.en.html
- Brealey, R.A.; Myers S.C. and Marcus A.J. (2021). *Fundamentals of Corporate Finance*. McGrawHill.
- Brodie, M.L. (2019). «What Is Data Science?» En: <https://www.researchgate.net/publication/333752364>
- Brodie, M.L. (2015a). «Understanding Data Science: An Emerging Discipline for Data-Intensive Discovery», in Shannon Cutt (ed.), *Getting Data Right: Tackling the Challenges of Big Data* Volume and Variety, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, USA, June.
- Carta, S.; Consoli, S.; Piras, L.; Podda, A. S. y Recupero, R.D. (2020). «Dynamic Industry Specific Lexicon Generation for Stock Market Forecast. In Nicosia,

- G. et al. (Eds.) (2020), «Machine Learning, Optimization, and Data Science», *Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 12565.
- Choudhry, M. y Landuyt G. (2010). *The future of finance: a new model for banking and investment*. John Wiley & Sons, Inc.
- Consoli, S.; Reforgiato Recupero D., Saisana, M. (Ed). (2021). «*Data Science for Economics and Finance: Methodologies and Application*» Springer Nature.
- Das, S.R. (2016). *Data Science : Theories, Models, Algorithms, And Analytics*. published by s. r. das <http://algo.scu.edu/~sanjivdas>
- Deloitte (2021). «Innovación financiera. Encuesta 2021». En: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/finance-transformation/deloitte-ch-en-finance-survey-edition-3-2020-final.pdf>
- Dewing, A. S. (1914). *Corporate promotions and reorganizations*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Dierckx, T; Davis, J. and Schoutens, W. (2021). «Quantifying News Narratives to Predict Movements in Market Risk» en Consoli, S.; Reforgiato, D. and Saisana, M. (Eds). *Data Science for Economics and Finance. Methodologies and Applications*. Springer, 2021.
- Fama, E.F. (1970). «Efficient capital markets: A review of theory and empirical work». *The Journal of Finance*, Vol. 25, n° 2 (mayo).
- Fama, R.; Ferrerira, J.R. y Saito, A.T. (2013). «Financial Theory Evolution». *International Journal of Education and Research*, Vol. 1 No. 4 Abril.

- Fernández, A. (2019). «Artificial intelligence in financial services». *Analytical Articles, Economic Bulletin* N°. 2/2019, Bank of Spain.
- Gálvez, K. (2022). «Seguros: la deuda pendiente de la inclusión financiera», en: <https://es.linkedin.com/pulse/seguros-la-deuda-pendiente-de-inclusi%C3%B3n-financiera-karen-g%C3%A1lvez-s->
- Gartner (2016). «Survey Analysis: Big Data Investments Begin Tapering in 2016», Gartner Report en: <https://www.gartner.com/doc/3446724/survey-analysis-big-datainvestments>.
- Gautam, R.S. y Bhimavarapu, V.M. (2022). «Data Driven Decision Making: Application in Finance», *IRE Journals*. Vol. 5 N° 12, junio.
- Ghirelli, C.; Peñalosa, J.; Pérez, J.J. y Urtasun, A. (2019). «Algunas implicaciones de las nuevas fuentes de datos para el análisis económico y la estadística oficial». *Boletín Económico del Banco de España*, 2/2019.
- Ghirelli, C.; Pérez, J.J. y Urtasun, A. (2019). «A new economic policy uncertainty index for Spain» *Economic Letters*, 182, págs. 64-67.
- Ghosh, S.; Agrawal, A.; Ramu, B.; Kumar, S.K. y Reddy, N.T. (2020). «Application of C in Data Analytics». *Journal of Engineering Education Transformations*, Vol. 33, January.
- Gitman, L.J. y Vandenberg, P.A. (2003). «The Future Of Corporate Finance: A Survey Of Practitioner And Academic Opinions». *Journal of Financial Education*, WINTER 2003, Vol. 29.

- Glader, M. y Strömsten, T. (2020). Digitalization of the Finance function. *Controlling & Management review*. Vol. 64.
- Global Derivatives Study Group (1993). «Derivatives: Practices and Principles». *Working Paper of the Valuation and Market Risk Management Subcommittee*. Group of Thirty, Julio.
- Gnjatović, D., y Jovancai, A. (2010). «Instability of Financial Markets as a Cause of the Global Financial Crisis: The Minsky Moment». *Scientific review paper*, vol. 7, n° 1.
- Gómez-Bezares, F. (2010). «Presente y futuro de las finanzas. Situación y perspectivas de las finanzas a comienzos del siglo XXI». *Contabilidad y Dirección*, 10, págs. 53-78.
- Helm, J.M.; Swiergosz, A.M.; Haerberle, H.S.; Karnuta, J.M.; Schaffer, J.L.; Krebs, V.E.; Spitzer, A.I. y Ramkumar, P.N. (2020). «Machine Learning and Artificial Intelligence: Definitions, Applications, and Future Directions» *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. February.
- Hermann, K. y Stoi, R. (2018). «Robotic Process Automation im Finance & Controlling der MANN+HUMMEL Gruppe» *Controlling*. 3/2018.
- Hu, M. and Liu, B. (2004). «Mining and summarizing customer reviews». En *KDD-2004 - Proceedings of the Tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 168-177). New York, NY, USA: ACM.

- Jensen, M.C. y Meckling, W.H. (1976). «Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Capital Structure», *Journal of Financial Economics*, Vol. 3 (4).
- Kapetanios, G. and Papailias, F. (2018). «Big data & macroeconomic nowcasting: Methodological review». *ESCoE Discussion Paper* 2018-12, Economic Statistics Centre of Excellence.
- Kaplan, R.S. y Norton, D.P. (1992). «The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance». *Harvard Business Review*, (Enero-Febrero).
- Kaplan, R.S. y Norton, D.P. (1997). *El Cuadro de Mando Integral*. Gestión 2000, Gestión 2000.
- Keidanren, (2016). «Toward Realization of the New Economy and Society - Reform of the Economy and Society by the Deepening of Society 5.0». En. https://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf
- Kelton, S. (2020). *The Deficit Myth: Modern Monetary Theory and the Birth of the People's Economy*. PublicAffairs, New York.
- Khillar, S. (2020): «Difference Between AI and Data Analytics | Difference Between». en: <http://www.differencebetween.net/technology/difference-between-ai-and-data-analytics/#ixzz7doLZlVwK>
- Kroese, D.P.; Botev, Z.I.; Taimre, T. y Vaisman, R. (2022). *Data Science and Machine Learning Mathematical and Statistical Methods*.
- La Porta, R.; Lopez-de-Silanes, F.; Schleifer, A. y Vishny, R.W. (1998). «Law and Finance». *Journal of Political Economics*, nº 6.

- Lewellen, J. (2011). «Institutional Investors and the Limits of Arbitrage», *Journal of Financial Economics*, vol. 102, n° 1 (October).
- Lo Piano, S. (2020). «Ethical principles in machine learning and artificial intelligence: cases from the field and possible ways forward» *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 7, n° 9.
- Lehrer, S.F.; Xie, T. and Yi, G. (2021). «Do the Hype of the Benefits from Using New Data Science Tools Extend to Forecasting Extremely Volatile Assets?» en Consoli, S.; Reforgiato, D. And Saisana, M. (Eds). *Data Science for Economics and Finance. Methodologies and Applications*. Springer, 2021.
- Lopez-Iturriaga, F. y Pereira. M.L. (2006). «Análisis internacional de los códigos de buen gobierno». *Universia Business Review*. Enero.
- Loukides, M. (2012). *What is Data Science?* O'Reilly, Sebastopol, CA.
- Magne, D.L. y Gander, P. (2010). «(R)Evolution of Financial Theory» en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1927124> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1927124>
- Mallol, E. (2022). «Finanzas 5.0, ¿la próxima utopía de europea?» en: <https://forbes.es/opinion/177073/finanzas-5-0-la-proxima-utopia-de-europea/>
- Markowitz, H. (1952) «Portfolio Selection.» *The Journal of Finance*, vol. 7, n° 1.
- Marotta, G. y Au, C.D. (2021). «Blockchain in Corporate Finance: A Review of Use-Case, Opportunities

- and Risks». *International Journal of Applied Research in Management and Economics*, 4(1).
- Miller, M. y Modigliani, F. (1961). «Dividend Policy, Growth and the Valuation of Shares», *Journal of Business*, vol. 34, n° 4 (octubre).
- Modigliani, F. and Miller, M. (1958). «The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment», *American Economic Review*, vol 48, n° 3 (junio).
- Modigliani, F. and Miller, M. (1963): «Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: A Correction», *American Economic Review*, vol. 53, n° 3 (junio).
- Molina-González, M. D.; Martínez-Cámara, E.; Martín-Valdivia, M.-T., and Perea-Ortega, J. M. (2013). «Semantic orientation for polarity classification» *Spanish reviews. Expert Systems with Applications*, 40(18), 7250-7257.
- Pangaea (2022). En <https://www.pangaeax.com/2022/02/07/what-is-data-science/>
- Pisoni, G.; Molnár, B. y Tarcsi, A. (2021). «Data Science for Finance: Best-Suited Methods and Enterprise Architectures». *Applied System Innovation*. Vol. 4, n° 69.
- Prause, G.; Atari, S. «On sustainable production networks for Industry 4.0». *Entrepreneurship and Sustainability* Vol. 4, n° 4.
- PwC (2016). «International humanitarian assistance. The imperative to combat corruption». En: <http://www.pwc.com/us/en/forensic-services/publications/assets/international-humanitarian-assistance-and-fighting-corruption.pdf>

- PwC (2019). «Función financiera 4.0. Rediseñar las finanzas para la nueva era digital» en: <https://www.pwc.es/es/publicaciones/financiero/assets/pwc-funcion-financiera-40-redisenar-finanzas-nueva-era-digital.pdf>
- Rodrigue, J.P. (2008). *The Geography of Transport Systems*. En: <https://transportgeography.org/>
- Sandeep, S.R.; Ahamad, S.; Saxena, D.; Srivastava, K.; Jaiswal, S. y Bora, A. (2022). «To understand the relationship between Machine learning and Artificial intelligence in large and diversified business organisations». *Materials Today: Proceedings*. Vol. 56.
- Schalkoff, R.J. (1990). *Artificial Intelligence: An Engineering Approach* McGraw-Hill.
- Sharma, K. (2022). «AI and Machine Learning in Finance: How Bots are Helping the Industry». En: <https://readwrite.com/ai-and-machine-learning-in-finance-how-bots-are-helping-the-industry/>
- Sufkowski, L.; Kolasínska-Morawska, K; Seliga, R. y Morawski, P. (2021). «Smart Learning Technologization in the Economy 5.0-The Polish Perspective». *Applied Sciences*, Vol. 11, nº 11.
- Varma, J.R. (2019). «Blockchain in Finance». *Vikalpa*. Vol. 44, nº 1.
- World Bank (2022). «Financial Inclusion». Marzo 29, en: <https://www.worldbank.org/en/topic/financial-inclusion/overview>
- Zisswiller, R. (1976). *Micro-économie et analysis financières*, Dalloz Gestion, Finances, Paris.

“**E**L CAMBIO hacia el aprendizaje permanente es absolutamente esencial. A medida que el ritmo del cambio tecnológico se acelera, debemos asegurarnos de que los empleados se mantengan al día con las habilidades adecuadas para prosperar en la Cuarta Revolución Industrial. Eso se aplica tanto a las habilidades técnicas como a las blandas. Habrá cambios en ambas áreas”.

Zvika Krieger

Directora de Políticas Tecnológicas y Asociaciones,
Centro para la Cuarta Revolución Industrial,
Foro Económico Mundial

Se acabó de imprimir esta Lección Inaugural,
con motivo de la inauguración del curso
2022-2023 en la ciudad de Salamanca,
el día 15 de septiembre de 2022.



