3 Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya
2018
Cap a un model eficient i equitatiu

FUTUR DEL MERCAT DE CAPITAL I SECTOR FINANCER

CAP A UN MODEL **EFICIENT I EQUITATIU**

Col·legi d'Economistes de Catalunya
Al servei dels professionals de l'economia i de l'empresa

3r CONGRÉS
D'ECONOMIA I EMPRESA DE CATALUNYA

Barcelona, Juny 2017 — Maig 2018

Futur del mercat de capitals i sector financer

Col·legi d'Economistes de Catalunya
Al servei dels professionals de l'economia i de l'empresa

Tots els drets reservats. Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de l'excepció prevista per la llei. Dirigeixi's a CEDRO (Centro Español de Derechos Repográficos, www.cedro.org) si necessita fotocopiar o escanejar fragments d'aquesta obra.

Reservats tots els drets d'aquesta edició:

Col·legi d'Economistes de Catalunya
Plaça de Gal·la Placídia, 32
08006 Barcelona

D.L. B-18011-2018
ISBN 978-84-09-04056-8
Fotocomposició i impressió: Gráficas Rey, S.A.
Disseny de la coberta: Strategycomm

ÍNDEX

Presentació ..... Pàg. 7
Resum i conclusions..... Pàg. 11

Ponències
Transformación de los canales de intermediación del ahorro. El papel de las fintech. Una especial consideración a los roboadvisors ..... Pàg. 19
Artificial Intelligence and The Future of Finance ..... Pàg. 39
Revolució digital i fintech: situació actual i principals tendències ..... Pàg. 55
La disrupción tecnológica ya está aquí. Cómo afecta a las personas, los gobiernos y las empresas ..... Pàg. 79
The value of the distant future: Discounting in random environments ..... Pàg. 111
Gestió Activa o Passiva? Un esquema de remuneració basat en el tracking error ..... Pàg. 133
From Technology to Digital: why words matter..... Pàg. 151
¿Analfabetos financieros en la educación obligatoria? ..... Pàg. 175

PRESENTACIÓ

Presentem en aquest llibre d'una forma resumida el treball efectuat en el marc del "3r Congrés d'Economia i Empresa" per un important nombre d'acadèmics, de professionals de l'empresa, d'economistes i d'experts en diverses branques tecnològiques i àrees de coneixement. La seva lectura permet copsar la magnitud de la tasca que s'ha fet durant pràcticament un any i la importància i oportunitat de les aportacions i conclusions que s'extreuen d'aquest treball. Crec, sincerament, que s'ha aconseguit l'objectiu que ens proposàvem quan vàrem impulsar des del Col·legi d'Economistes de Catalunya aquesta iniciativa, que no era altra que la de generar a la societat catalana un debat obert, rigorós i documentat sobre com afrontar els grans reptes econòmics, tecnològics, socials i mediambientals d'aquesta etapa de la nostra història.

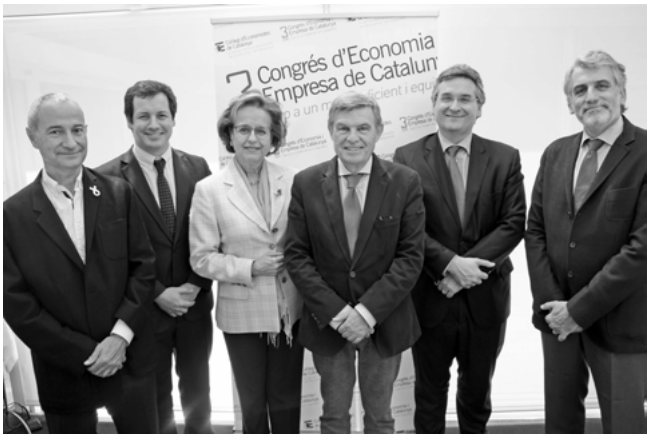
Aquest enfocament entronca amb la pròpia tradició del Col·legi, quan l'any 1979 va organitzar el primer Congrés per tractar la nova etapa derivada de la transició política i el 1988 va celebrar el segon amb la incorporació de l'Estat espanyol al Mercat Comú com a teló de fons.

En el curs d'aquest 3r Congrés s'han debatut 185 ponències i hi han participat prop de 400 experts, repartits en 13 eixos de treball, que han abastat pràcticament tots els factors que incideixen en la nostra economia. Aquest llibre recull l'estructura del Congrés, conclusions de cadascun dels eixos, relació de ponències i d'autors, de participants en general i abstracts de totes les contribucions acceptades, així com els resums que han elaborat els relators. Així posem a disposició de la societat catalana una informació que entenem molt útil en la definició de línies de treball que ens ajudin a avançar en l'objectiu d'aconseguir un model EFICIENT i EQUITATIU per a Catalunya.

Finalment, en nom de la Junta del Col·legi d'Economistes i del Comitè Organitzador del Congrés vull expressar el meu sincer agraïment a les persones i em-

preses que l'han fet possible: presidents, vicepresidents, relators i integrants de cadascun dels 13 eixos de treball, els membres del Comitè Científic, els autors que han presentat ponències, totes elles amb un alt nivell de qualitat, empreses que han participat en alguns dels eixos i conferenciants i panelistes dels actes de cloenda de cada eix. I, per acabar, especialment a totes les empreses que l'han patrocinat, de les quals voldria destacar i reconèixer la confiança demostrada en el Col·legi d'Economistes de Catalunya des del primer moment, quan, en un grau encara força difús del projecte, els vàrem demanar la seva participació.

Joan B. Casas
Degà del Col·legi d'Economistes de Catalunya
President del Comitè Organitzador del 3r Congrés
d'Economia i Empresa de Catalunya



D'esquerra a dreta, Daniel Quer (coordinador del congrés), Lluís Torras (coordinador de l'eix), Maria Angels Vallvé (presidenta de l'eix), Joan B Casas (degà del Col·legi), Jaume Puig (relator de l'eix) i Maurici Olivé (gerent del Col·legi).

Josep Soler (vice president de l'eix)

L'Eix 9 del nostre Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya ha estat "l'eix financer", el que integrava tots els aspectes de finançament i d'inversió, l'imprescindible reg sanguini d'una economia amb present i sobretot amb futur.

La seu de l'eix ha estat el despatx professional, GVC-Gaesco, de la presidenta, Ma Àngels Vallvé, i del relator, Jaume Puig. Amb ells, amb Daniel Quer, amb Lluis Torras, col·laborador de l'IEF, ens vàrem reunir sovint, a hores poc europees (7 o quarts de 8 del vespre), per anar definint aquells temes que creiem s'havien de tractar si volíem explicar cap on havien d'anar les finances a Catalunya. Les ponències haurien també de reflectir les tendències que amb més força estan canviant els serveis financers. Per davant, la tecnologia, l'element disruptiu més important. També els importants canvis en el procés estalvi/inversió o el necessari objectiu de complementar el dominant finançament bancari amb el finançament via mercats.

Les ponències redactades han permès oferir unes conclusions estratègiques ambicioses, i que obren de cara al futur (quin altre objectiu més important pot tenir el Congrés que fixar metes futures?) unes línies de desenvolupament del sector que han de portar-lo a complir àmpliament amb les seves funcions en el

model econòmic català que és vol "eficient i equitatiu" i a posicionar-se amb capacitat competitiva en l'entorn europeu.

Finalment, vàrem acordar que reputació i confiança són valors imprescindibles a recuperar pel sector financer d'arreu, també en el nostre. Amb les ponències orientades a fomentar l'ètica en el món financer i a fer créixer l'alfabetització o educació financera hem destacat dos elements addicionals que han de ser referents en les finances catalanes.

Gràcies als redactors, a molts col·legues que ens han aportat consells i per suposat a Daniel Quer que amb tanta prudència ens ha anat movent a tots seguint l'encàrrec del Degà Casas a qui reconeixem i felicitem per la iniciativa. Esperem haver cobert adequadament el seu encàrrec.

MARIA ÀNGELS VALLVÉ RIBERA
JOSEP SOLER ALBERTÍ
JAUME PUIG RIBERA

RESUM I CONCLUSIONS

Sessió de presentació de conclusions

Data: 9 de maig
Lloc: Auditori del Col·legi d'Economistes de Catalunya.
Plaça de Gal·la Placídia, 32.

Programa:

Presentació:
Sra. Maria Àngels Vallvé. Presidenta de GVC Gaesco. Presidenta de l'eix 9

Presentació de conclusions:
Sr. Jaume Puig. Director general de GVC Gaesco Gestió. Relator de l'eix 9

Debat:
"Dimensió ètica en el món financer"
Sr. Antonio Argandoña. Professor emèrit de l'IESE i titular de la Càtedra CaixaBank de Responsabilitat Social Corporativa

"Els límits del Blockchain"
Sr. Benito Arruñada. Professor d'economia de l'empresa, Universitat Pompeu Fabra

"Descompte de fluxos de caixa en entorns incerts"
Sr. Jaume Masoliver. Professor del Departament de Física Fonamental de la Universitat de Barcelona

"La intel·ligència artificial i el futur del sistema financer"
Sr. Miquel Noguer. Professor d'economia, Columbia University, ESADE i IEF

Moderador: Sr. Lluís Torras. Analista financer i col·laborador estratègic, IEF

Cloenda i reflexions finals:
Sr. Josep Soler. Director general de l'Institut d'Estudis Financers. Vicepresident de l'eix 9

1) **Augmentar el pes de l'ètica als programes de finances:** La finalitat del sistema financer, que és el sosteniment d'un veritable desenvolupament, fa que el món financer s'hagi d'edificar sobre uns pilars bàsics sòlids. Si bé l'ètica ja té actualment un pes dins dels programes de finances, aquest està actualment molt per sota d'on hauria d'estar.

2) **Augmentar l'exigència ètica a les polítiques de personal de les entitats financeres:** En la contractació de personal a les entitats financeres pesen actualment molt els criteris tècnics del candidat. Donada la importància de la dimensió ètica de la decisió financera, i donat que l'ètica actua a tres nivells, de la societat, de l'entitat i del professional, cal que sigui la pròpia societat la que, sense disminuir els requisits tècnics que exigeix, augmenti els requisits ètics del candidat. Les virtuts ètiques proporcionen un avantatge competitiu.

3) **Introduir l'educació econòmica i financera obligatòria al sistema educatiu, incidint especialment en fons d'inversió i mercats de valors.** El risc financer de les famílies i el seu grau d'interacció amb els mercats financers ha augmentat considerablement en els darrers 20 anys, la qual cosa contrasta amb l'existència d'una gran proporció de la població adulta que sap molt poques finances. Es constata que el coneixement financer de les famílies és menor en qüestions com fons d'inversió o mercats de valors que en altres com són les hipoteques o les targetes de crèdit. S'adopta la recomanació de l'OCDE de promoure l'educació financera, i es conclou que cal utilitzar el canal del sistema educatiu i fer que l'educació econòmica i financera sigui obligatòria al sistema educatiu de secundària, i no optativa com ara.

4) **Fomentar la inversió familiar en actius financers.** Les famílies disposen d'una major riquesa neta en actius reals (85%), que en actius financers (15%). El percentatge de llars amb habitatge en propietat és superior que a la zona euro. Això fa que l'endeutament familiar sigui també molt superior, especialment per a edats inferiors als 45 anys, la qual cosa fa que les famílies joves tinguin una situació de vulnerabilitat financera molt superior a les de la zona euro. En les darreres dues dècades els actius financers van guanyant pes, si bé caldria que s'intensifiqués.

5) **Adequar el grau d'aversió al risc al cicle de vida.** L'edat mitjana de la població augmenta, degut a la disminució de les taxes de fertilitat i natalitat i a l'augment de l'esperança de vida. Estem encara en una fase primària d'aquest procés, ja que el percentatge de població entre 35 i 44 anys supera encara el percentatge entre 45 i 54 anys. La franja d'edat entre 55 i 64 anys és, alhora, la que té una major aversió al risc i la que té un major percentatge del seu patrimoni financer invertit en renda variable. El motiu és que aquesta és la franja d'edat en què es planifica la jubilació. El grau d'aversió al risc va variant amb al cicle de vida, i actualment no estan ben adequats el risc financer i el cicle de vida. Caldria fer-ho.

6) **Distingir empresa tecnològica de digital, dins de l'**àmbit financer, especialment en els índex**s emprats com a *benchmark*.** Cal distingir entre empresa tecnològica (Microsoft, Samsung, Intel...) i empresa digital (Ebay, Amazon, Google, Facebook, Tencent, Priceline, Booking, Alibaba, Spotify, Uber...). Les empreses digitals palanquegen el seu model de negoci basant-se en la tecnologia, però no són tecnològiques. S'hauria de reclassificar la seva activitat en funció del producte o servei que ofereixen, i no de l'eina que utilitzen.

7) **La digitalització obliga a introduir noves mètriques de productivitat i analitzar-ne l'impacte sobre la societat.** La majoria de la innovació s'adreça a la creació digital. Això obliga a utilitzar noves mètriques de productivitat, a unes mesures diferents de la innovació i de la creació de valor. Pel que fa a l'impacte social de la digitalització, és enorme en qüestions com la dels continguts, la privacitat, la seguretat, la veracitat, la transformació digital prèvia a la regulació, els antitrust, el impactes dels algoritmes sobre el foment d'opinions o la localització dels data-centers, entre altres.

8) **Publicar un llistat dels sectors més afectats per l'actual disrupció tecnològica.** Sectors actualment molt rellevants econòmicament es troben entre els més afectats per la disrupció tecnològica. Les assegurances de vida, els relacionats amb els sinistres de motor, l'agricultura, la distribució, el legal, el de salut, l'immobiliari, el de transport, el de mitjans de comunicació, el de defensa, o el d'auditoria, entre d'altres. Cal relacionar-los amb les tecnologies que els generen la disrupció a cadascun d'ells: la Intel·ligència Artificial, l'"Internet Of Things", el vehicle autònom, el "Blockchain", o la impressió 3D i 4D, entre d'altres.

9) **Preparar el canvi d'ocupació provocat per la disrupció tecnològica en clau positiva.** En el passat els avenços tecnològics han provocat una reducció de llocs de treball (p. ex. Agricultura), i l'aparició de nous llocs de treball. Els avenços tecnològics acaben augmentant la qualitat de vida de la població. D'ells se'n deriven millores d'eficiència, de productivitat, optimitzacions, reducció de costos de transaccions, etc. Cal reduir la resistència al canvi.

10) **Fomentar l'exploració i reflexió sobre els límits de les disrupcions tecnològiques, més enllà de la moda del moment.** En disrupcions molt de moda com el "Blockchain", que en teoria permeten un intercanvi "Peer to Peer" sense terceres parts, basats en els anomenats "smart contracts", s'evidencia l'existència de nombrosos problemes. Per una part, no tots els contractes poden ser "smart" o estandarditzats; per una altra, segueixen requerint intermediaris, si bé són diferents: redueixen la propietat a la conservació de les claus privades; tenen uns efectes jurídics limitats a les parts que transfereixen; poden ser més adequats per als drets personals que per als reals, i per a l'ordre privat més que per al públic. Aquestes reflexions caldria fer-les abans d'engegar processos de consultoria, per tal que no es frustrin expectatives. Es tracta de fer una gestió racional de les disrupcions tecnològiques.

11) **Fomentar les aplicacions de la intel·ligència artificial al Món financer: Màrqueting Digital i Gestió d'Inversions.** Diferents tecnologies com ara la digitalització, el big data, la Intel·ligència artificial, el "Blockchain" i l'"Internet Of Things", afecten el sector financer. Les dues àrees de major aplicació poden ser el Màrqueting Digital i la Gestió d'inversions. Donat que el sector financer es veu afectat per l'actual disrupció tecnològica, cal promoure'n l'ús.

12) **Entitats Financeres, GAFA o Fintech, a la recerca del seu lloc en el futur immediat dels serveis financers.** El sector financer ha estat històricament propens als avenços tecnològics. Ara s'enfronta a l'aparició de noves entitats. Per una banda les "fintech", lleugeres d'estructura i especialistes en activitats d'obtenció de fons ("Crowlending" i "Crowfunding"), en transferències de fons i mitjans de pagaments, i en assessorament financer mitjançant els "Roboadvisors". Per altra banda, les GAFA (Google, Apple, Facebock, Amazon), ja molt poderoses i que tot just introdueixen els serveis financers. L'actual pastís quedarà, en uns anys, distribuït entre aquests tres grups.

13) **Fomentar el paper dels "Roboadvisors" com a eina per universalitzar l'assessorament financer.** Els mercats de capitals i els fons d'inversió estan agafant un paper creixent com a intermediaris entre estalvi i préstecs/crèdits. L'assessorament independent i de qualitat pot ser difícil si el patrimoni financer no supera un mínim. Els "Roboadvisors", que són empreses de "fintech" que generen carteres model d'Institucions d'inversió Col·lectiva, principalment de gestió passiva, poden ser una eina per a aquelles famílies que estan actualment fora dels canals d'assessorament financer.

14) **Alertar que la inversió per combatre el canvi climàtic pot ser superior a la prevista, degut a què el tipus de descompte emprat pot ser superior al que caldria fer servir.** Per una banda es fan servir tipus de descompte constants i una funció exponencial decreixent. Si es considera no el tipus de descompte mitjà, sinó que el tipus de descompte segueix un procés aleatori, s'arriba a la conclusió que els tipus d'interès de descompte que caldria fer servir són un 71% dels tipus d'interès de descompte que es fan servir. Si el que es pretén descomptar és el benefici futur d'un bon clima, s'arriba a la conclusió que els costos actuals necessaris són molt superiors als previstos, ja que si el tipus de descompte és en realitat inferior a l'emprat, el valor actual en serà superior.

15) **Fer obligatòria la publicació dels "tracking error" de les institucions d'inversió col·lectiva.** El "tracking error" és un estadístic senzill que permet verificar el tipus de gestió d'inversions activa o passiva que està realitzant el gestor de qualsevol institució d'inversió col·lectiva. La publicació d'aquest estadístic permetria a l'inversor conèixer el tipus de gestió que en realitat s'està fent a les institucions d'inversió col·lectiva en què hagi invertit o vulgui fer-ho.

16) **Fomentar l'autoregulació de les comissions de gestió que perceben les gestores de fons d'inversió i de pensions en funció del tipus de gestió, activa o passiva, efectuada**. L'actual legislació de fons d'inversió disposa d'un nivell màxim absolut de comissió de gestió. I la de fons de pensions disposa d'uns màxims en funció dels actius financers en els quals inverteix cada fons. Cap de les dues normatives distingeix pel tipus de gestió efectuada per les entitats gestores. Això possibilita l'existència de gestió passiva encoberta, això és, gestió passiva a preus d'activa. Es demana que el tipus de gestió efectuada, activa o passiva, que determina la tasca que fan les entitats gestores, sigui clau per establir la comissió de gestió màxima a percebre.

PONÈNCIES

- Transformación de los canales de intermediación del ahorro. El papel de las fintech. Una especial consideración a los roboadvisors
  David Cano Martínez. Socio Director de Afi, Inversiones Financieras Globales.
- Artificial Intelligence and The Future of Finance
  Miquel Noguer i Alonso. Director d'Innovació i Tecnologia a l'Institut d'Estudis Financers,
  Professor a ESADE i Columbia University
- Revolució digital i fintech: situació actual i principals tendències
  Ramon Trias Capella. President d'AIS
- La disrupción tecnológica ya está aquí. Cómo afecta a las personas, los gobiernos y las empresas
  Ignacio de la Torre, Leopoldo Torralba y Joaquín Rivera. Arcano Partners
- The value of the distant future: Discounting in random environments
  Jaume Masoliver. Department of Condensed Matter Physics and Institute for Complex Systems, University of Barcelona
- Gestió Activa o Passiva? Un esquema de remuneració basat en el tracking error
  Jaume Puig. Economista, Actuari i Analista Financer. CEFA
- From Technology to Digital: why words matter
  Benoît Flamant. Head of Digital Investments de Finaltis
- ¿Analfabetos financieros en la educación obligatoria?
  Elisenda Tarrats, Nuria Arimany-Serrat y Albert Armisen. Profesores de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

TRANSFORMACIÓN DE LOS CANALES DE INTERMEDIACIÓN DEL AHORRO. EL PAPEL DE LAS FINTECH. UNA ESPECIAL CONSIDERACIÓN A LOS ROBOADVISORS

David Cano Martínez
Socio Director de Afi, Inversiones Financieras Globales.

Las economías que canalizan los nutrientes como hacen los ecosistemas alcanzan la meta de ofrecer múltiples beneficios a las diversas partes implicadas.

Gunter Pauli. *La economía azul*

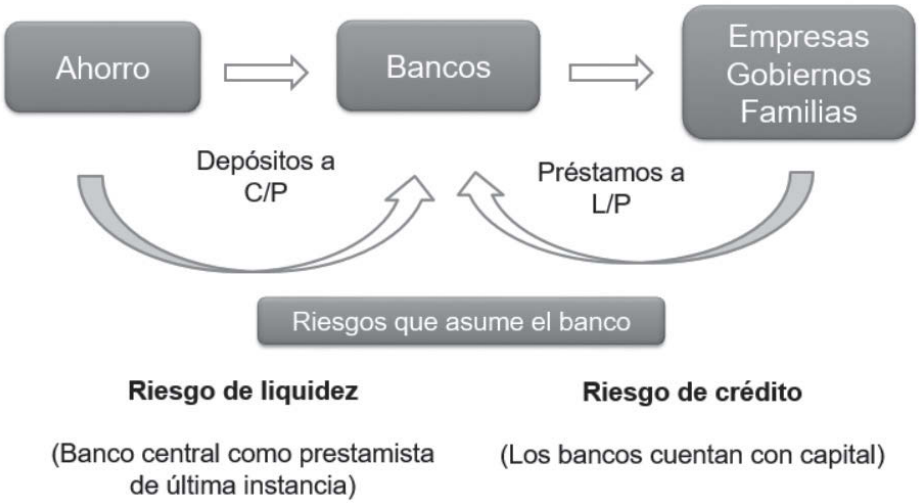
Abstract

El endurecimiento de las exigencias de solvencia de las entidades crediticias, en un contexto de tipos de interés en mínimos y de coste de capital en máximos, ha intensificado la transformación del sistema de intermediación del ahorro en el Área euro. Este transita cada vez menos por las entidades crediticias, que se ven sustituidas por los mercados de capitales. En consecuencia, las necesidades de financiación se cubren cada vez de forma más frecuente mediante la emisión de activos financieros como bonos y acciones, en detrimento de los préstamos bancarios. Nos estamos acercando, aunque todavía estemos muy lejos, a lo que se observa en las economías anglosajonas, especialmente en EE. UU. Este nuevo modelo de ahorro/financiación tiene importantes consecuencias para distintos agentes implicados, y no solo las entidades o los mercados, sino el sector público, las empresas y, especialmente, las familias. Una mayor fracción del ahorro invertido en títulos de renta fija y variable implica la asunción de riesgos de liquidez, de mercado y de crédito que, en ocasiones, puede ser desconocido, excesivo y no recomendable. De esta forma, fórmulas de inversión colectiva como los fondos de inversión o los ETF se configuran como el vehículo idóneo para la materialización del ahorro. Y las fintech, especialmente los roboadvisors, como una opción para el asesoramiento y la planificación financiera.

1. El sistema tradicional de intermediación

El sistema tradicional de intermediación del ahorro se representa en el esquema 1. El ahorro se deposita en las entidades financieras que lo transforman en financiación asumiendo dos riesgos: el de liquidez y el de crédito. Su fondeo suele tener un plazo corto de vencimiento o, desde luego, inferior al de los préstamos concedidos. De esta forma, la primera fuente de rentabilidad del servicio de intermediación es aprovechar la habitual pendiente positiva de la curva de tipos de interés. La segunda corresponde al riesgo de crédito. Las entidades financieras son especialistas en este riesgo, frente al de mercado (variaciones de los tipos de interés), que suelen asumir en una menor cuantía (la duración del activo y del pasivo tienden a igualarse en niveles bajos). El riesgo de crédito es al que dedican una mayor cantidad de recursos para analizar, seguir y, en su caso, cubrir. Para hacer frente a una potencial materialización de este riesgo, las entidades cuentan con fondos propios. En caso de que se materializase el riesgo de liquidez (por una salida masiva de depósitos o por la imposibilidad de renovarlos), pueden recurrir al banco central, que ejerce su papel de prestamista de última instancia.

Esquema 1. El sistema tradicional de intermediación del ahorro



Fuente: Elaboración propia.

Durante la Gran Recesión hemos asistido a momentos de tensión de liquidez, resueltos por el BCE, bien mediante las operaciones de financiación a más lar-

go plazo (LTRO) o bien mediante la ELA (*Emergency Liquidity Assistance*). Cuando un banco es solvente, la liquidez no es un problema.

La gran vulnerabilidad de las entidades financieras en la última década ha sido la solvencia. Por un lado, porque las pérdidas en el activo (vía préstamos o vía inversiones) fue muy superior a lo esperado (de ahí que hayan tenido que endurecerse los supuestos de caída del PIB y de repunte de la tasa de paro en los escenarios para los *stress test*[1]). Por el otro, por la constatación del elevado apalancamiento bancario. En una actividad de márgenes tan pequeños (del orden de 100-200 pb), conseguir rentabilidad para el accionista (ROE) en línea con el coste del capital solo es posible mediante el elevado apalancamiento.

Esta no es un conclusión coyuntural (por más que el nivel tan reducido de tipos de interés actuales lo acucie) sino estructural. La banca solo consigue remunerar al accionista en línea con las exigencias de estos si se apalanca, pero esta estrategia las hace más vulnerables. Especialmente en fases recesivas de la economía, que derivan en quiebras que ponen en peligro la devolución de los depósitos de clientes.

La reacción de las autoridades ha sido clara: elevar las exigencias de fondos propios, lo que en la práctica limita la capacidad de apalancamiento de las entidades crediticias. La consecuencia en términos de ROE también es evidente: una menor remuneración que intensifica el poco apetito de los inversores bursátiles por ampliaciones de capital de los bancos y, por lo tanto, menor capacidad de concesión de crédito por parte de estos. Si no hay más capital, no puede haber más crédito.

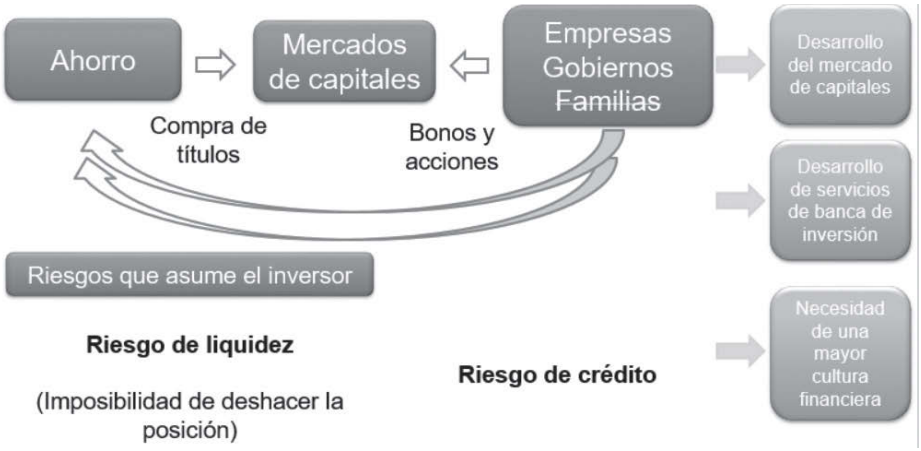
Llegamos aquí a una de las primeras ideas del artículo: las actuales exigencias de solvencia derivan en una menor capacidad de financiación de los bancos, esto es, de intermediación del ahorro. Las entidades cuentan con una menor capacidad de asumir riesgo de crédito, en una situación que tiene claros tintes de ser estructural y que obliga a replantearse el sistema financiero. En el Área Euro, donde las entidades bancarias son responsables de un 80% de la financiación (COUR-THIMANN, 2013), vamos a asistir (estamos ya en ello) a un intenso proceso de conversión. Para anticipar su evolución e implicaciones podemos fijarnos en EE. UU., país donde el protagonismo de las entidades crediticias es apenas un 25% de las europeas. Si las entidades financieras no asumen el riesgo de crédito en su balance: ¿quién lo hace?

1. Véase http://www.eba.europa.eu/risk-analysis-and-data/eu-wide-stress-testing

2. El "nuevo" sistema. El papel de los mercados de capitales

Modificamos el esquema inicial para introducir al sustituto de las entidades financieras como transmisoras del ahorro: los mercados de capitales (esquema 2). Si en el modelo tradicional, ahorro y necesidades de financiación se encontraban, de forma indirecta, en la entidad crediticia, ahora lo hacen en los mercados financieros. Las empresas o los gobiernos[2] acuden a la Bolsa o al mercado de renta fija a captar fondos, que obtienen de los ahorradores, normalmente familias que ahora ya no contratan depósitos. Atención, porque en este nuevo esquema tanto el riesgo de liquidez como de crédito pasan directamente al inversor. Las exigencias de capital a las entidades crediticias limitan la capacidad de estas de asumir riesgo, pero es obvio que alguien debe hacerlo. La normativa, claramente más dura en materia de fondos propios, limita la capacidad de los bancos de cumplir una de sus funciones sociales: asumir riesgo de crédito y de liquidez. Ahora recae en manos de las familias. Insisto en que este modelo no es nuevo, sino que contamos con una evidencia clara: EE. UU., donde lleva en marcha casi 100 años. Hacia ahí nos encaminamos, en un proceso que exige cambios estructurales en la oferta de fondos, en la demanda de financiación y en las estructuras de mercado (caja superior del lado derecho del esquema 2).

Esquema 2. "Nuevo" esquema de intermediación del ahorro



Fuente: Elaboración propia.

2. No así las familias, al menos de momento, dados los importes más pequeños de financiación. En el futuro, tecnologías como *Blockchain* podrán facilitar la financiación intrafamilias.

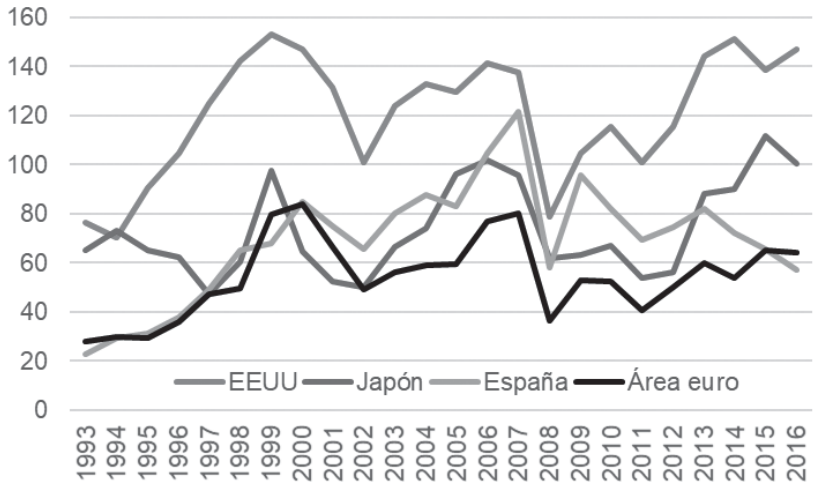
Desde el lado de la demanda de financiación, las empresas deben ser conscientes de la utilidad de los mercados de capitales para captar financiación, tanto vía fondos propios (ampliaciones de capital) como mediante la emisión de bonos. La relación tradicional con las entidades financieras gira hacia los inversores, no solo en el mercado primario, sino también en el secundario. No solo en el ámbito nacional, sino también en el internacional. La exigencia de información (frecuencia, profundidad, etc.) de los inversores en acciones y renta fija es distinta de la habitual en los comités de riesgos de los bancos. Los responsables financieros de las compañías deben adaptarse a las exigencias, pero también aprovechar las enormes ventajas que se derivan de la captación de fondos en los mercados financieros.

Las entidades también deben adaptarse, aprovechando la oportunidad de negocio que se genera (caja intermedia de la columna derecha del esquema 2). Se hacen necesarios servicios de banca de inversión. Atención, no nos referimos a bancos de inversión que adquieran las emisiones de renta variable o renta fija (eso lo harán los agentes con ahorro), sino a entidades especializadas en emisiones de valores, en presentación de resultados, en relaciones con inversores, etc.

Desde el lado de las infraestructuras, necesitamos contar con mercados de capitales en los que se agilicen los trámites de emisión de valores. Los plazos para la emisión deben acortarse y los costes deben reducirse. Una mayor oferta de emisiones provocará un mayor tamaño del mercado que debe superar las actuales cifras en proporción al PIB. Tanto el de renta fija como el de renta variable. De nuevo, EE. UU. como paradigma, donde la capitalización bursátil equivale al 150% del PIB, frente al 60% que, en media, equivale en Europa. Si nuestra bolsa igualara en importancia a la de EE. UU., se canalizarían del orden de 7 billones de EUR nuevos hacia el mercado[3]. Pero también en renta fija privada se debe producir un crecimiento, que se puede estimar en unos 2 billones de EUR.

3. 1 billón en el caso de España, donde el mercado bursátil supone el 55% del PIB.

Gráfico 1. Evolución de la capitalización bursátil como % del PIB



Fuente: Banco Mundial.

Por último, posiblemente el cambio más intenso se producirá desde el lado de la oferta de la financiación. Vamos a asistir a una transformación del ahorrador, que cada vez más se convertirá en inversor. Desde una composición tradicional de su cartera (muy sesgada hacia depósitos), se evolucionará hacia una más avanzada, en la que la renta fija privada y las acciones van a ir ganando protagonismo. Será mucho más normal encontrar inversión directa en bonos y en acciones, lo que implica asumir riesgo de mercado, de crédito y de liquidez.

¿Estamos preparados? Es lógico que en este punto surjan muchas dudas y que la respuesta sea "todavía no". Las lagunas de formación son abundantes, y parece imprescindible intensificar la alfabetización financiera (caja inferior de la última fila del esquema 2). Algunas iniciativas ya se han puesto en marcha, pero es obvio que el déficit de conocimiento es importante y que seguramente sea necesaria una generación entera para ello. ¿Quién debe preocuparse y ocuparse de la formación[4]? Seguramente todas las partes implicadas. Desde los agentes que captarán la financiación hasta los inversores, pasando por los propietarios de las estructuras de mercados, sus reguladores, supervisores e incluso los bancos centrales[5]. Sí, también estos, dado que los mercados de capitales

4. ¿Y financiarla?
5. Cada vez en mayor medida los mercados de capitales serán transmisores de la política monetaria, en detrimento de los bancos que, también aquí, irán perdiendo importancia relativa.

se van a convertir cada vez más en transmisores de la política monetaria en detrimento de la bancaria.

Pero no solo es necesario intensificar la formación, sino también la protección del inversor. Para ello, normativa como MiFID II va a ayudar.

En definitiva, consideramos que los mercados de capitales van a sustituir, aunque sea parcialmente en una primera fase, a las entidades financieras en la intermediación del ahorro. La relación entre oferentes y demandantes de fondos se producirá en los mercados de renta fija y renta variable mediante la emisión de bonos y de acciones. Una de las principales implicaciones de este "nuevo" modelo, muy implantado en las economías anglosajonas, es la asunción de riesgos por parte del ahorrador, que se transforma en inversor. Una mayor cultura financiera y una normativa protectora son mecanismos que pueden mitigar estos riesgos, pero es obvio que solo de una forma marginal. Existen otras vías, como la inversión colectiva, como exponemos a continuación.

3. La necesidad de diversificar. Las Instituciones de Inversión Colectiva y el asesoramiento financiero

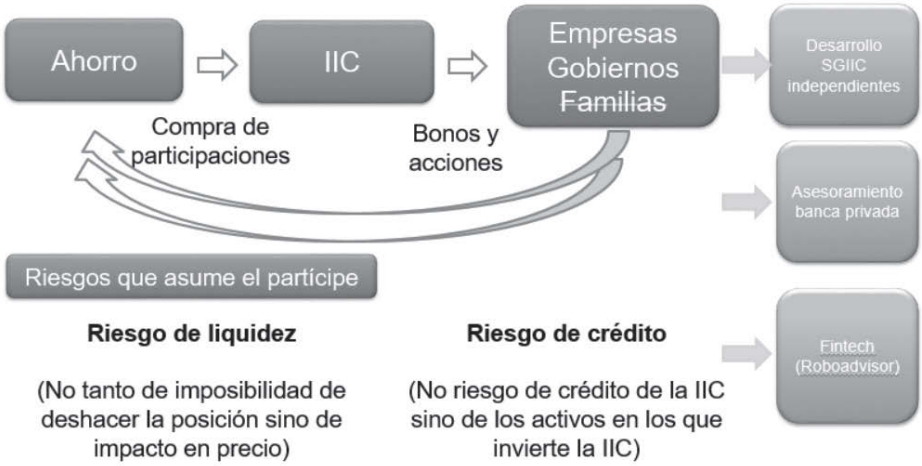
Es sabido que una de las vías de reducir riesgos es mediante la diversificación. Así, una cartera de 25 acciones presenta menos riesgos (tanto de liquidez, como de crédito y de mercado) que una invertida en un solo título. Por lo tanto, la primera estrategia recomendable es contar con una cartera diversificada de acciones. ¿Qué problemas surgen a la hora de aplicar esta idea? En muchos casos, el tamaño de la cartera. En otros, la limitación de acceso a mercados internacionales.

El ahorrador medio, aquel que estamos suponiendo que no va a renovar su depósito bancario sino que va a optar por invertir en acciones, puede que no tenga un patrimonio lo suficientemente elevado como para tener una cartera de una veintena de títulos. Y, desde luego, no cuenta con los conocimientos como para construirla de forma diversificada internacionalmente. La solución es una institución de inversión colectiva (IIC), esto es, un patrimonio en el que la rentabilidad que se va a conseguir es independiente de la cantidad invertida. Una suerte de democratización de la gestión de carteras, por la que un partícipe de 1.000 EUR va a tener la misma cartera (diversificada, gestionada por un profesional, líquida, etc.) que otro que ha invertido 1.000.000 de EUR. Los fondos de inversión se configuran como el vehículo ideal para la materialización

del cambio estructural del mecanismo de intermediación del ahorro al que nos estamos refiriendo.

Ahora bien, es obvio que por muy diversificada que esté la cartera del fondo de inversión de renta variable en la que invirtamos, tendremos riesgo sistemático ("beta"). Será necesario avanzar en el proceso de construcción de la cartera incorporando más fondos de inversión de activos descorrelacionados, como puede ser la renta fija. Construimos así carteras balanceadas en las que la volatilidad es inferior a la suma de las volatilidades de sus componentes. Si, además, incorporamos exposición a divisa, mejoraremos el binomio rentabilidad/riesgo a medio y largo plazo.

Esquema 3. Esquema de intermediación del ahorro mediante instituciones de inversión colectiva



Fuente: Elaboración propia.

Una cartera de fondos de inversión parece, por lo tanto, una acertada manera de vehiculizar la transición de ahorrador a inversor. Pero siguen apareciendo problemas en su implantación práctica: ¿cuántos fondos se deben comprar? Y, lo que es más relevante, ¿qué fondos debo adquirir? La oferta es enorme: más de 20.000 fondos.

Seguimos avanzando en la cadena de la transformación y llegamos al punto en el que es necesario contar con un asesoramiento financiero. Ante su relevancia (las autoridades económicas comparten el diagnóstico de que la inversión colectiva es una buena vía para consolidar nuevos canales de intermediación del

ahorro), MiFID II se encarga de aportarnos terminología: asesoramiento independiente, asesoramiento no independiente y gestión discrecional de carteras[6].

Esquema 4. MiFID

Fuente: Elaboración propia.

Vamos completando el esquema. Así, un agente que necesite financiación acudirá al mercado de capitales donde emitirá un bono o colocará acciones, que serán adquiridas por un gestor de una institución de inversión colectiva. De forma simultánea, un ahorrador contratará a un asesor financiero (caja central de la parte derecha del esquema 3) que le construirá una cartera de fondos de inversión, eligiendo en cada momento la composición por activos que mejor encaje con el perfil de riesgo y con la posición cíclica de la economía, así como las perspectivas para los mercados financieros. Fondos que, por cierto, serán cada vez con más frecuencia gestionados por SGIIC independientes (caja superior de la parte derecha del esquema 3)[7].

4. El papel de las fintech

Prestar un servicio de asesoramiento financiero de calidad e independiente no es ni fácil, ni barato. La necesidad de contar con analistas altamente cualificados y con herramientas tecnológicas de valor añadido implica costes de estructura y mantenimiento que necesariamente se deben trasladar al cliente. MiFID II limita el cobro implícito vía retrocesiones (está prohibido en el "asesoramiento independiente") y se trata de generalizar el cobro directo al cliente.

6. En el portal de la CNMV se puede encontrar abundante información http://cnmv.es/portal/MiFIDII_MiFIR/MapaMiFID.aspx
7. Esta es otra de las implicaciones que esperamos que se produzca como consecuencia de la transformación de los canales de transmisión, la mayor cuota de gestoras de fondos de inversión independientes. De nuevo, nos fijamos en el caso estadounidense.

Surgen en este punto dos problemas. El primero, vinculado a la dificultad de que, al menos por el momento, el cliente sea consciente de la necesidad de pagar por el asesoramiento. Tal vez condicionado por el pasado (cuando el pago era implícito), no tiene interiorizada, como sí sucede con otros profesionales (abogados, médicos, psicólogos, etc.), la necesidad de pagar. Es un proceso de asimilación en el que estamos y que, aunque es gradual, terminará por implantarse. A ello está ayudando MiFID II. Problema, por lo tanto, relativamente resoluble en el que la calidad de servicio y la libre competencia marcarán los márgenes a aplicar (seguramente sean inferiores a lo que pensamos, pero ese debate escapa del objetivo de este artículo).

El segundo problema hace referencia a aquellos inversores que cuenten con un capital reducido. No es posible la aplicación de un porcentaje de comisión sobre el patrimonio dado si este no es elevado, la comisión a aplicar seguramente no cubrirá los costes fijos en los que incurre el asesor. Se impone un importe mínimo que es muy posible que sea similar (o incluso superior) a la rentabilidad esperada de la cartera.

En definitiva, la demanda de asesoramiento financiero independiente y de calidad que necesita todo ahorrador que se ha convertido en inversor posiblemente no encontrará una oferta que encaje si el patrimonio no alcanza un umbral que, mucho nos tememos, está claramente por encima de la cartera media[8] (Finanbest, 2017). Se producen de esta forma "huérfanos de asesoramiento", esto es, inversores con importes relativamente significativos que no encuentran profesionales de calidad que les quieran o puedan prestar el servicio. Parece necesaria una necesaria reducción de costes en la prestación de servicios, por lo que inmediatamente surge la idea de las fintech y del papel que pueden jugar.

Fintech o *Financial Technology* (Tecnología Financiera) es aquel segmento de la industria financiera que aplica tecnología para prestar servicios como pagos, remesas, intercambio de moneda, financiación, gestión de riesgos, comparador de ofertas de productos financieros, *trading*, seguimiento de finanzas personales y asesoramiento en materia de inversión.

---

8. Hay que tener en cuenta que es muy posible que el inversor tenga diversificado su patrimonio en 2 o 3 entidades que aplicarán esa tarifa mínima. Aunque el total del patrimonio pueda superar "el umbral de rentabilidad para el asesor", al dividirlo entre varias entidades puede suceder que, en ningún caso, al aplicar las comisiones mínimas, sea rentable contratar el asesoramiento.

Dentro de las fintech se engloban aplicaciones, procesos, productos o modelos de negocio que, puestos a disposición del cliente vía internet, permiten a este contar con un servicio que normalmente ya es prestado por una entidad financiera. De hecho, las fintech no buscan crear nuevo producto, sino captar parte de la cuota de mercado de las grandes entidades aprovechando su menor coste del servicio, la mejor experiencia de usuario y la innovación. Por el enfoque de este artículo, es interesante resaltar que el menor coste del servicio se debe a la automatización y estandarización y al hecho de que pueden tener fuentes de ingresos adicionales como el *big data*.

Aunque estamos todavía en un estado inicial de desarrollo, es obvio que, por las características de estas empresas financieras basadas en tecnología, serán claves en la transformación de los canales de transmisión del ahorro. Y, de todas ellas[9], los *roboadvisors* son el ejemplo más claro.

5. Una especial consideración a los *roboadvisors*

¿Qué es un *roboadvisor*? Es un proveedor de un servicio financiero, en concreto, el asesoramiento y, en varios casos, la materialización de una inversión en activos financieros. Esta se realiza en función del perfil de riesgo del inversor y el servicio incluye el seguimiento y, en su caso, cambios en la composición de la cartera. Un *roboadvisor* es una fintech que, basada en exclusiva en páginas web, genera carteras modelo, normalmente de fondos de inversión. Su proceso se refleja en el esquema 5. Se puede comprobar que es aplicable a cualquier cliente, independientemente del volumen de su patrimonio financiero. No en vano, eso es lo que estamos buscando: contar con un apoyo profesional en la transición de ahorrador a inversor (facilita, por lo tanto, la "inclusión financiera").

Las carteras que ofrecen los *roboadvisors* están diversificadas, ya que se configuran como una cesta de fondos. La clave reside en que cuente con un buen perfilador que determine el nivel de riesgo del cliente y le asigne la cartera que mejor se adapte.

9. En http://spanishfintech.net/mapa-fintech-espana/ se puede obtener un lista actualizada de las Fintech españolas.

La diferencia es que puede ofrecerse a patrimonios pequeños dado que la comisión es reducida, ya que el servicio se presta en exclusiva por internet, las carteras son idénticas para todos los clientes que comparten perfil de riesgo y los fondos en los que invierten son pasivos, lo que implica que tengan menores comisiones de gestión.

Esquema 5. Pasos del servicio de asesoramiento de un *roboadvisor*

Fuente: Elaboración propia.

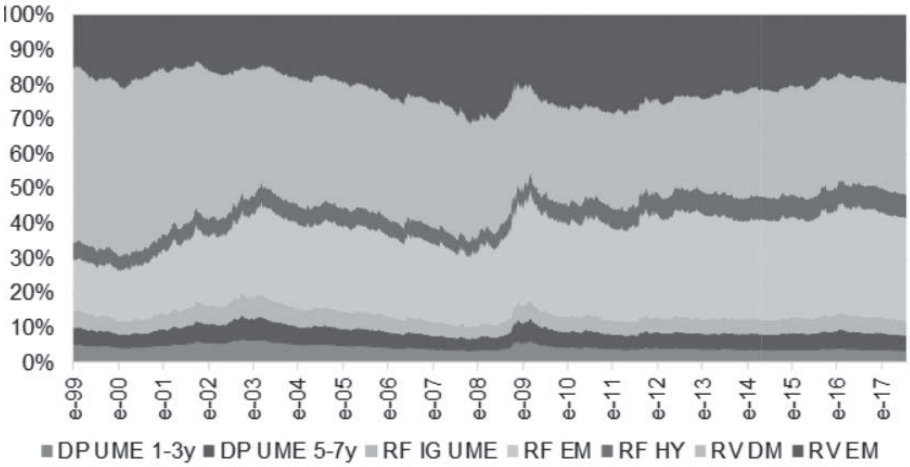
De forma adicional a estas características básicas, algunos *roboadvisors* incluyen un algoritmo de cálculo en el proceso de construcción de la cartera. De esta forma, la distribución estratégica de activos (el denominado *asset allocation*) responde a los resultados que arroje el modelo, tratando de interferir lo menos posible en la construcción de la cartera. Un modelo de gestión de activos pensado para el largo plazo y basado en la gestión pasiva evita cambios frecuentes en la composición por activos. Se descarta la posible generación de alfa mediante el *market timing*, técnica de gestión que, desde luego, implica importantes costes, al tener que contar con importante capital humano en la gestión.

Un *roboadvisor* defiende que el *asset allocation* es la principal fuente de generación de rentabilidad y que la gestión pasiva es más rentable, en períodos largos de tiempo, que la gestión activa. Así, se ahorra los costes derivados de contar con un equipo de analistas en la construcción de carteras, así como las comisiones de los gestores activos.

En este punto es importante distinguir entre gestión pasiva y *buy and hold*. En el primer caso, los pesos por categorías de activos permanecen constantes, lo que obliga a hacer rebalanceos. En el segundo, la evolución relativa del precio de los activos provoca cambios en la exposición real de la cartera por activos.

Veámoslo con un ejemplo. Supongamos una cartera cuyas ponderaciones son 10% deuda pública, 5% renta fija privada, 15% renta fija emergente, 5% renta fija *high yield* y 65% renta variable, dividida a su vez entre mercados desarrollados (50%) y emergentes (15%). Una gestión *buy and hold* construirá la cartera el primer día (1 de enero de 1999 según nuestro ejemplo) y no hará ninguna modificación (pura gestión pasiva podríamos pensar). Se puede comprobar (gráfico 1) cómo los pesos cambian, por lo que no es posible decir que es una gestión pasiva. Una "pura" gestión pasiva será aquella que mantenga constantes los porcentajes de inversión por activo, para lo que será necesario un rebalanceo. Una gestión pasiva deberá vender aquellos activos que muestran una mejor evolución para comprar los que lo hacen peor.

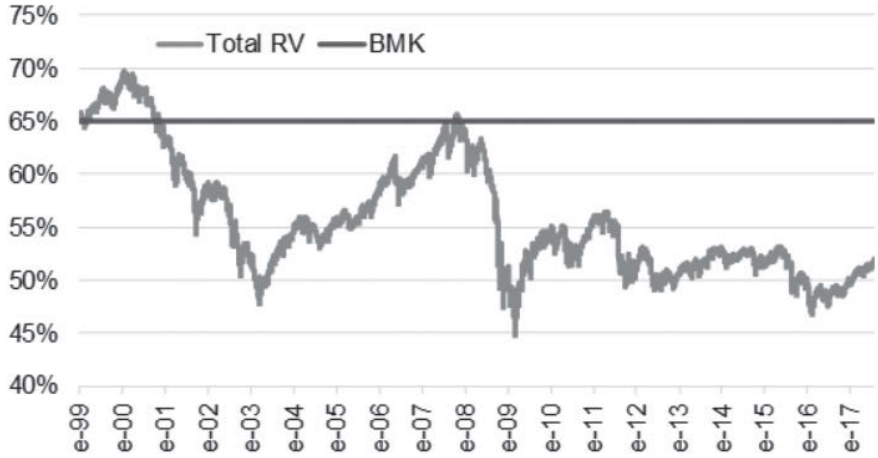
Gráfico 1. Evolución de los pesos por activos de una cartera buy and hold



Fuente: Elaboración propia.

Para ilustrarlo mejor, en el gráfico 2 se representa solo la evolución de la exposición a renta variable. Recuérdese que el nivel de partida era el 65%. Se observa cómo está en ese nivel en apenas unas sesiones. En el inicio de la cartera aumenta como consecuencia de la revalorización de las cotizaciones bursátiles y llega a suponer el 70%. Pero años después, con la corrección de los precios y la subida de las cotizaciones de los bonos, se reduce hasta el 45%. ¿Es correcto, por lo tanto, considerar gestión pasiva a una cartera cuya exposición a renta variable oscila entre el 45% y el 70%, cuando la referencia central era el 65%? Parece que no.

Gráfico 2. Evolución del peso de la renta variable de una cartera *buy and hold*



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Pesos por activos de una cartera *buy and hold*

	DP UME 1-3y	DP UME 5-7y	RF IG UME	RF EM	RF HY	RV DM	RV EM
Media	4,3%	4,8%	4,7%	25,0%	5,5%	34,5%	21,2%
Mínimo	2,9%	3,4%	3,4%	14,1%	4,0%	24,8%	13,1%
Máximo	6,8%	7,0%	6,8%	31,8%	6,9%	50,7%	31,5%

Fuente: Elaboración propia.

Para mantener una posición constante del 65% es necesario llevar a cabo rebalanceos. ¿Con qué frecuencia? Está claro que, si queremos tener ese porcentaje de manera constante, los rebalanceos deben ser diarios. Pero no es menos claro que, en la práctica, es inviable[10]. Se debe buscar el número óptimo de rebalanceos que garantice una cartera lo "bastante similar" a la referencia pero que implica asumir los menores costes posibles. La práctica habitual es establecer un margen porcentual de desviación del peso de renta variable. Así, para una cartera como la expuesta en el ejemplo, si se limita la desviación al +/-1%, se deben realizar unos 34 cambios anuales. La frecuencia cae hasta 7 si el margen tolerado es +/-3%.

10. Recuérdese que una parte de los clientes tendrán carteras de reducido volumen, por lo que cambios de porcentajes reducidos supondrán compras y ventas de fondos de inversión por apenas unos pocos euros.

Tabla 2. Número de cambios anuales en función de la desviación tolerada y del peso en renta variable

	Número de cambios anuales				
Desviación	1%	2%	3%	4%	5%
Cartera10	2	1	1	0	0
Cartera20	11	3	2	1	1
Cartera30	25	9	4	3	2
Cartera40	34	13	7	3	3
Cartera50	43	18	10	6	3

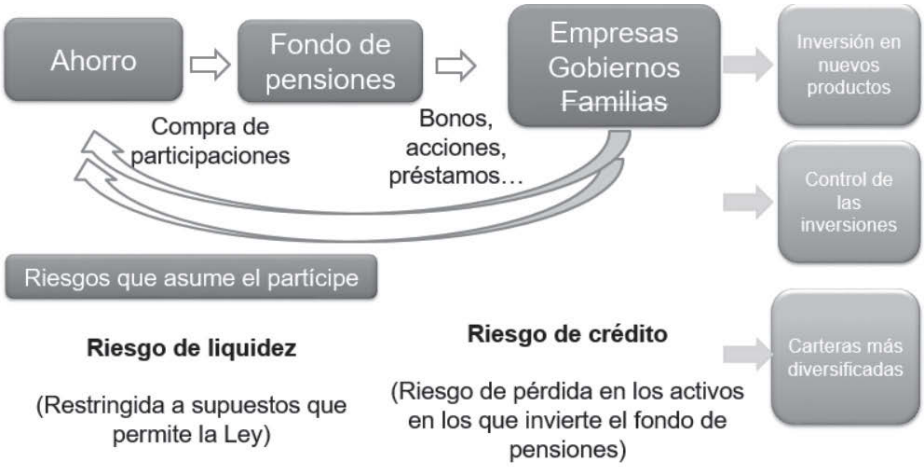
Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, los *roboadvisors* se configuran como una opción válida para la transición del ahorro a la inversión. Sus reducidos costes permiten que puedan acceder al servicio pequeños patrimonios, contribuyendo de esta forma a la inclusión financiera. Pero no solo, un patrimonio elevado también puede optar por invertir a través de esta fintech, sobre todo si considera que la gestión activa no aporta valor. La pieza fundamental de un *roboadvisor* es la gestión pasiva (precisamente el componente que permite unas menores comisiones de asesoramiento). Otra es el horizonte de inversión a largo plazo. ¡Qué bueno para la estructura económica y financiera de un país sería que los inversores se alejaran de la visión cortoplacista tan habitual de los mercados financieros! A ello pueden contribuir los *roboadvisors*. Si los inversores no se preocuparan tanto por las variaciones a corto plazo de los precios, seguramente los gestores empresariales también tomarían decisiones con un horizonte de inversión a largo plazo. ¿En cuántas ocasiones los directivos de compañías habrán descartado procesos de inversión a largo plazo pensando en el impacto a corto plazo en el precio de la acción? Evidentemente, este es otro tema que excede el contenido de este trabajo, pero que se debe abordar si consideramos que cada vez una mayor parte de la financiación empresarial se realizará vía mercados de capitales. Necesitamos que las empresas tomen decisiones a largo plazo y, para ello, debe existir una coherencia en el plazo con los inversores. Los *roboadvisors* pueden contribuir a ello. Como también a que los inversores profesionales (vía ETF o fondos de inversión) vayan representando una mayor cuota en la tenencia de acciones y bonos.

Recuadro 1. El papel de los fondos de pensiones en el nuevo esquema de intermediación del ahorro

En pleno debate sobre la sostenibilidad de las pensiones públicas, los instrumentos de previsión social se configuran como una de las piezas claves, no solo para garantizar la capacidad adquisitiva del pensionista futuro, sino también para financiar la economía real. El trabajador en activo aporta de forma directa (él mismo), o indirecta (a través de la compañía en la que está empleado), de forma periódica una determinada cantidad en el fondo de pensiones de empleo (o en un fondo de pensiones de una determinada entidad financiera). El fondo se configura como una parte más o menos de su ahorro financiero, aquel con un horizonte temporal de más largo plazo. En línea con lo expuesto a lo largo de este artículo, una de las grandes ventajas de este tipo de vehículos es que están diversificados y gestionados por profesionales (además del tratamiento fiscal de las aportaciones). Tres son sus inconvenientes: liquidez (aunque ahora, gracias a los recientes cambios normativos, existen más supuestos para reembolsar la inversión), las comisiones (también se están reduciendo y, en cualquier caso, son bajas para los fondos de empleo) y el tratamiento fiscal de los rescates. Pero las ventajas superan claramente los inconvenientes, lo que deriva en un aumento de la importancia relativa en el patrimonio financiero. Así es, al menos, en la mayoría de países desarrollados, en una comparativa en la que nuestro país sale muy retrasado: apenas suponen un 10% del PIB, frente a medias del 50%/60% en la OCDE (INVERCO, 2017). Entendemos que su importancia relativa se irá incrementando ante la constatación por parte del ahorrador de que aportando a su plan de pensiones cuenta con una gestión profesional y con una cartera diversificada. Lo que estaba buscando: un "huérfano" tiene a su disposición ahora una alternativa para su dinero. Los fondos de pensiones son un engranaje más la transformación estructural a la que estamos haciendo referencia en este artículo.

Esquema A. Esquema de intermediación del ahorro mediante fondos de pensiones



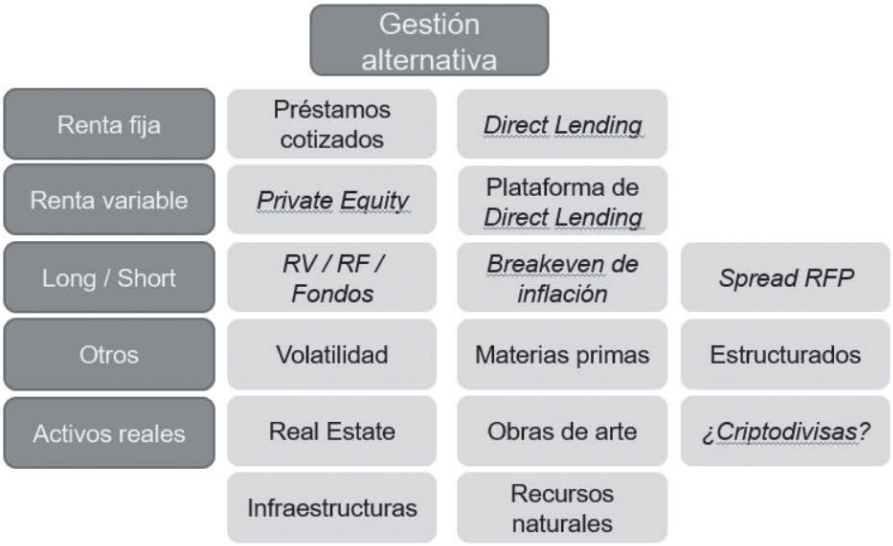
Fuente: Elaboración propia.

Pero los fondos de pensiones de empleo pueden ejercer un papel dinamizador adicional gracias a su horizonte de inversión a largo plazo que permite, no tanto asumir un mayor peso en renta variable, como sí tomar posiciones en activos menos líquidos pero con mayores expectativas de rentabilidad y descorrelación con los más habituales. Nos referimos a los activos alternativos. No es fácil caracterizar un activo alternativo, pero algunas de sus características comunes es que presentan (o así lo pretenden) descorrelación con los mercados tradicionales y que no cotizan en mercados públicos. La primera propiedad les dota de un elevado atractivo para complementar (y diversificar) carteras tradicionales de activos (más aún en un contexto de tipos de interés reducidos) y la segunda obliga a tener una visión a largo plazo (tan necesaria, en mi opinión).

Según se recogen en el esquema B, estos engloban desde préstamos a empresas, tanto comprados una vez originados por las entidades crediticias ("fondos de *loans*") como concedidos de forma directa por el fondo (*direct lending*), que toma así el relevo a un banco, hasta inversión en infraestructuras o recursos naturales. Carteras más diversificadas, que asumen riesgo de liquidez, de mercado o de crédito, con implicaciones en las necesidades de servicios. Las comisiones de control de los fondos de pensiones velan por que se cumpla la política de inversión (que ellos mismos han aprobado), por los activos en los que se invierte y, muy relevante según la estructura de este artículo, por transmitir al resto de inversores información sobre la rentabilidad de la cartera, sobre su

composición, etc. En definitiva, aportar en esa función pedagógica a la que hemos hecho referencia anteriormente.

Esquema B. Activos alternativos



Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

La crisis financiera de 2008 reveló los riesgos sistémicos derivados de un sistema crediticio excesivamente apalancado. La reacción de las autoridades ha sido clara: incrementar las exigencias de fondos propios, con implicaciones tanto en términos de rentabilidad (ROE) como, sobre todo, en la capacidad de asunción de riesgo de crédito. Todo ello, en un contexto de tipos de interés muy bajos durante un período de tiempo prolongado, va a limitar la capacidad de intermediación del ahorro por parte de las entidades crediticias. Son necesarios nuevos canales, entre los que podemos destacar los mercados financieros, como ya sucede en las economías anglosajonas, especialmente EE. UU. Este mecanismo deriva en la asunción por parte del ahorrador del riesgo de liquidez, mercado y crédito, en una transformación hacia un inversor que exige dotación de conocimiento financiero y, preferiblemente, horizonte de inversión a largo plazo. Para mitigar los riesgos son muy útiles las instituciones de inversión colectiva y vehículos similares como fondos de pensiones. Pero esta

solución es solo parcial, dado que un porcentaje elevado de inversores puede que no sean capaces de elegir de forma correcta el fondo o cesta de fondos que mejor se adapte a su perfil de riesgo. Se impone un servicio de asesoramiento financiero que, para que sea de calidad, es costoso en su implantación y desarrollo. El universo fintech aparece como una solución válida, gracias a sus menores costes de mantenimiento y de ejecución gracias al recurso en exclusiva a internet y a la estandarización de las carteras. Así pues, para la imprescindible reforma estructural que supone aumentar la importancia relativa de los mercados de capitales como transmisores del ahorro, las fintech y, especialmente los *roboadvisors*, pueden jugar un papel muy relevante. Además de facilitar la materialización de la inversión, permiten la inclusión financiera (pueden acceder a este servicio capitales muy reducidos) e incentivan la inversión a largo plazo (uno de los pilares de la gestión pasiva). Pero no solo pueden facilitar la financiación empresarial (demanda de fondos), sino también la consecución de carteras diversificadas rentables a largo plazo (oferta de dinero). No obstante, consideramos que el *roboadvisor* solo es una de las piezas de las herramientas necesarias para un correcto seguimiento y planificación de las finanzas personales. Se pueden, y deben, combinar con simuladores que permitan planificar los hitos vitales y calcular de esta forma el ahorro necesario para conseguirlo. Porque para realizar una correcta planificación es imprescindible poder calcular el impacto fiscal de las decisiones de inversión y desinversión. A ello, ayudaría también, desde luego, un marco fiscal menos errático y predecible. Ese es otro aspecto a considerar en toda reforma estructural de una economía que pretenda facilitar la financiación del tejido productivo, tanto el material, como especialmente el inmaterial (Haskel, 2018): la estabilidad del régimen tributario.

Referencias bibliográficas

ANALISTAS FINANCIEROS INTERNACIONALES. "El impacto de la crisis económica y financiera en la inversión colectiva y en el ahorro-previsión". Fundación Inverco. 2010.

ANALISTAS FINANCIEROS INTERNACIONALES. "Guía del sistema financiero español". Sexta edición. 2012.

CANO MARTÍNEZ, D. "El ahorrador inteligente". Espasa. Enero de 2014.

CANO MARTÍNEZ, D. "Desbancarización española". Economía Exterior. 74. Otoño 2015. Páginas 41-48.

CANO MARTÍNEZ, D. "Crecer reduciendo la financiación bancaria". El Alcázar de las Ideas 11 de enero de 2017. https://elalcazardelasideas.blogspot.com.es/2017/01/crecer-reduciendo-la-financiacion.html

CANO MARTÍNEZ, D. "65 billones de USD". David Cano's Corner. Asset. 12 de diciembre de 2017. https://asset.es/2017/12/12/65-billones-de-usd/

COUR-THIMANN, P, WINKLER, B. "The ECB's non-standard monetary policy measures the role of institutional factors and financial structure". Working Paper Series. 158. Abril 2013

FINANBEST. "Estudio sobre el ahorro de las familias". Mayo de 2017.

INVERCO "Informe anual de IIC y fondos de pensiones". 13 de febrero de 2018.

HASKEL, J. y WESTLAKE, S. "Capitalism without capital". Princeton University Press. 2018.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF FINANCE

Miquel Noguer i Alonso
Director d'Innovació i Tecnologia a l'Institut d'Estudis Financers,
Professor a ESADE i Columbia University

Abstract

We provide in this paper an analysis of how Artificial Intelligence (AI) companies are and will be changing the Financial Services Industry. In particular two main areas will be disrupted by AI and Machine Learning (ML) technologies: Financial Marketing and Investing.

Both disciplines are in the middle of a big data revolution: larger, structured and unstructured datasets, modern Data Analysis that makes extensive use of Ai and ML and faster and cheaper computing paradigms.

Financial Marketing is now digital marketing and that means the inevitability of algorithms taking over the value chain process. Consumers want a 24 / 7 easy access to services and products that can be achieved only obviously with a high degree of automation. These are uncharted territories algorithms should help to customize the new digital experience.

Investing is an information processing game, AI and ML will help there in modeling unstructured data using Natural language Processing techniques to measure for example sentiment and some Machine Learning supervised and unsupervised techniques that allow for more flexibility in capturing highly dimensional non-linear data generating processes. All models in financial markets obviously should deal with very noisy data generating processes possibly non-stationary.

All financial services firms should expand their technology / modeling toolbox to these techniques. They will transform finance the only open question is when.

Revolutions in Finance

Financial Services Industry is living an unprecedented structural change. There are several technologies that are transforming all different sectors of financial services industry:

- **Digitalization.** The sector is still figuring-out how to service clients in the digital ecosystem. How to deal with digital clients, retain and gain market share. Financial firms are making significant investments to enhance customer experience and engagement through the development of new digital products and capabilities. Throughout the industry, there is widespread digital disruption. Digital technologies are disrupting the industry to a great or moderate extent.

  This is uncharted territories for all industries as marketing, big data department are trying to understand the new challenges and opportunities.

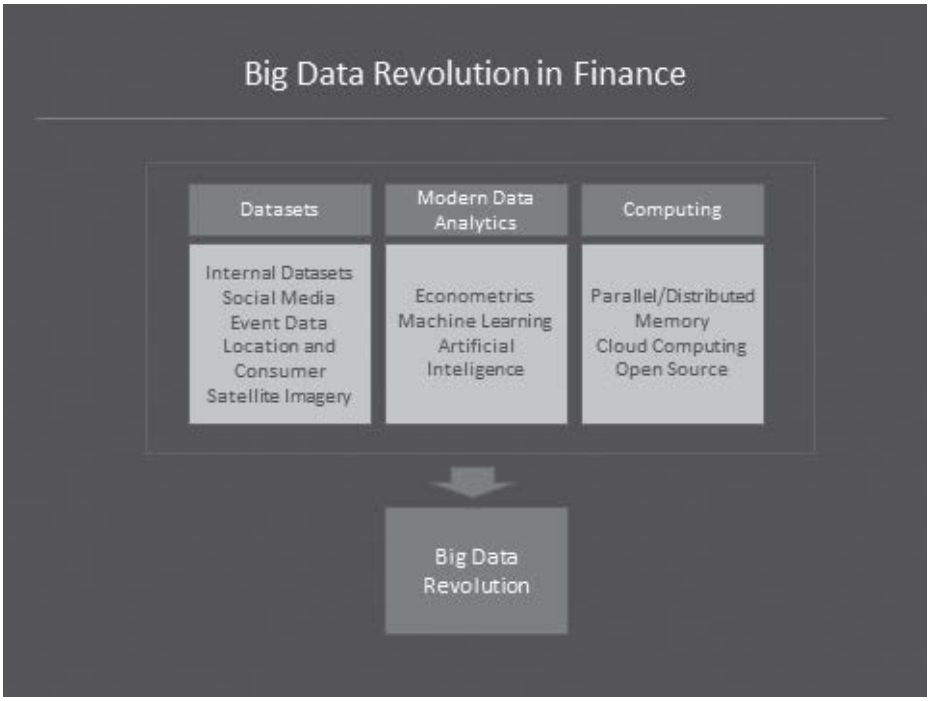
- **Big Data and Artificial Intelligence.** We will focus in this paper in the growing importance of artificial intelligence ad machine learning applications in the industry. Modern data analysis will make an intensive use of artificial intelligence and machine learning models to use large internal and external datasets

- **Blockchain**. The blockchain technology, which is a digital, distributed transaction ledger with identical copies maintained on each of the network's members' computers. All parties can review previous entries and record new ones. Transactions are grouped in blocks, recorded one after the other in a chain of blocks (the 'blockchain'). The links between blocks and their content are protected by cryptography, so previous transactions cannot be destroyed or forged. This means that the ledger and the transaction network are trusted without a central authority – and intermediaries.

- **Internet of Things**. Many industries see great promise in IoT applications: Analysts and technology providers forecast added economic value of anywhere from $300 billion to $15 trillion by this decade's end. Few analysts seem to expect anything but a transformative effect on just about every dimension of economic activity by 2020. Some use cases have already proven themselves: Applications such as auto insurance telematics and "smart" commercial real estate building-management systems offer clear IoT examples of new products or changed processes.

Big Data Revolution in Finance

Figure 1. Big Data Revolution in Finance



There have been three main drivers the Big Data revolution in finance

1) Datasets: Exponential increase in amount of datasets (internal and external information)
2) Computing: Increase in computing power and data storage capacity, at reduced cost
3) Modern Data Analytics: Artificial Intelligence and Machine Learning methods to analyze complex datasets

Datasets

Exponential increase in amount of data: With the amount of published information and collected data rising exponentially, it is now estimated that 90% of the data in the world today has been created in the past two years alone. This data flood is expected to increase the accumulated digital universe of data from 4.4 zettabytes (or trillion gigabytes) in late 2015 to 44 zettabytes by 2020.

The Internet of Things (IoT) phenomenon driven by the embedding of networked sensors into home appliances, collection of data through sensors embedded in smart phones (with ~1.4 billion units shipped in 2016), and reduction of cost in satellite technologies lends support to further acceleration in the collection of large, new alternative data sources.

Financial service companies need to figure out how to use internal and external databases to do marketing and also for investing purposes in asset managers.

Computing

Increases in computing power and storage capacity: The benefit of parallel/distributed computing and increased storage capacity has been made available through remote, shared access to these resources. This development is also referred to as Cloud Computing. It is now estimated that by 2020, over one-third of all data will either live in or pass through the cloud. A single web search on Google is said to be answered through coordination across ~1000 computers. Open source frameworks for distributed cluster computing (i.e. splitting a complex task across multiple machines and aggregating the results) such as Apache Spark have become more popular, even as technology vendors provide remote access classified into Software-as-a-service (SaaS), Platform-as-a-service (PaaS) or Infrastructure-as-a-service (IaaS) categories. Such shared access of remotely placed resources has dramatically diminished the barriers to entry for accomplishing large-scale data processing and analytics, thus opening up big/alternative data based strategies to a wide group of both fundamental and quantitative investors.

Modern Data Analytics

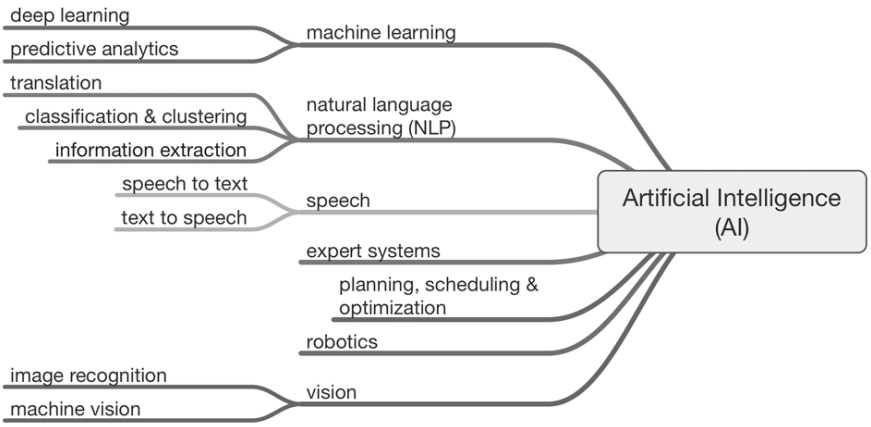
Machine Learning methods to analyze large and complex datasets: There have been significant developments in the field of pattern recognition and function approximation (uncovering relationship between variables). These analytical methods are known as 'Machine Learning' and are part of the broader disciplines of Statistics and Computer Science. Machine Learning techniques enable analysis of large and unstructured datasets and construction of trading strategies. In addition to methods of Classical Machine Learning (that can be thought of as advanced Statistics), there is an increased

Artificial Intelligence Definition

Artificial intelligence (AI, also machine intelligence, MI) is intelligence demonstrated by machines, in contrast to the natural intelligence (NI) displayed by humans and other animals. In computer science AI research is defined as the study of "intelligent agents": any device that perceives its environment and takes actions that maximize its chance of successfully achieving its goals. Colloquially, the term "artificial intelligence" is applied when a machine mimics "cognitive" functions that humans associate with other human minds, such as "learning" and "problem solving".

The scope of AI is disputed: as machines become increasingly capable, tasks considered as requiring "intelligence" are often removed from the definition, a phenomenon known as the AI effect, leading to the quip "AI is whatever hasn't been done yet." For instance, optical character recognition is frequently excluded from "artificial intelligence", having become a routine technology. Capabilities generally classified as AI as of 2017 include successfully understanding human speech, competing at the highest level in strategic game systems (such as chess and other games), autonomous cars, intelligent routing in content delivery network and military simulations.

Figure 2. Artificial Intelligence Applications



Artificial intelligence was founded as an academic discipline in 1956, and in the years since has experienced several waves of optimism, followed by disappointment and the loss of funding (known as an "AI winter"), followed by new approaches, success and renewed funding. For most of its history, AI research

has been divided into subfields that often fail to communicate with each other. These sub-fields are based on technical considerations, such as particular goals (e.g. "robotics" or "machine learning"), the use of particular tools ("logic" or "neural networks"), or deep philosophical differences. Subfields have also been based on social factors (particular institutions or the work of particular researchers).

The traditional problems (or goals) of AI research include reasoning, knowledge, planning, learning, natural language processing, perception and the ability to move and manipulate objects. General intelligence is among the field's long-term goals.

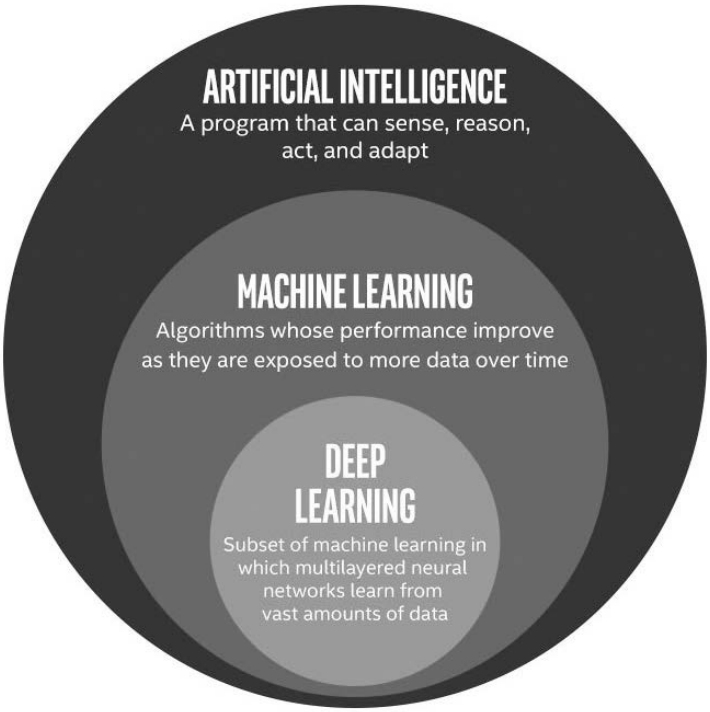
Approaches include statistical methods, computational intelligence, and traditional symbolic AI. Many tools are used in AI, including versions of search and mathematical optimization, neural networks and methods based on statistics, probability and economics. The AI field draws upon computer science, mathematics, psychology, linguistics, philosophy and many others.

First coined in 1956 by John McCarthy, AI involves machines that can perform tasks that are characteristic of human intelligence. While this is rather general, it includes things like planning, understanding language, recognizing objects and sounds, learning, and problem solving.

Arthur Samuel coined the phrase not too long after AI, in 1959, defining it as, **"the ability to learn without being explicitly programmed."** You see, you can get AI without using machine learning, but this would require building millions of lines of codes with complex rules and decision-trees.

We can put AI in two categories, general and narrow. General AI would have all of the characteristics of human intelligence, including the capacities mentioned above. Narrow AI exhibits some facet(s) of human intelligence, and can do that facet extremely well, but is lacking in other areas. A machine that's great at recognizing images, but nothing else, would be an example of narrow AI.

Figure 3. Artificial Intelligence versus Machine Learning versus Deep Learning



Machine Learning definition

Machine learning is a field of computer science that gives computer systems the ability to "learn" (i.e., progressively improve performance on a specific task) with data, without being explicitly programmed.

The name Machine learning was coined in 1959 by Arthur Samuel. Evolved from the study of pattern recognition and computational learning theory in artificial intelligence, machine learning explores the study and construction of algorithms that can learn from and make predictions on data – such algorithms overcome following strictly static program instructions by making data-driven predictions or decisions, through building a model from sample inputs. Machine learning is employed in a range of computing tasks where designing and programming explicit algorithms with good performance is difficult or infeasible; example applications include email filtering, detection of network intrud-

ers or malicious insiders working towards a data breach, optical character recognition (OCR), learning to rank, and computer vision.

Machine learning is closely related to (and often overlaps with) computational statistics, which also focuses on prediction-making through the use of computers. It has strong ties to mathematical optimization, which delivers methods, theory and application domains to the field. Machine learning is sometimes conflated with data mining, where the latter subfield focuses more on exploratory data analysis and is known as unsupervised learning. Machine learning can also be unsupervised and be used to learn and establish baseline behavioral profiles for various entities and then used to find meaningful anomalies.

Within the field of data analytics, machine learning is a method used to devise complex models and algorithms that lend themselves to prediction; in commercial use, this is known as predictive analytics. These analytical models allow researchers, data scientists, engineers, and analysts to "produce reliable, repeatable decisions and results" and uncover "hidden insights" through learning from historical relationships and trends in the data.

Effective machine learning is difficult because finding patterns is hard and often not enough training data are available; as a result, machine-learning programs often fail to deliver.

Let's define some important terms:

- Labeled data: Data consisting of a set of training examples, where each example is a pair consisting of an input and a desired output value (also called the supervisory signal, labels, etc)
- Classification: The goal is to predict discrete values, e.g. {1,0}, {True, False}, {spam, not spam}.
- Regression: The goal is to predict continuous values, e.g. home prices.

Types of machine learning Algorithms

There some variations of how to define the types of Machine Learning Algorithms but commonly they can be divided into categories according to their purpose and the main categories are the following:

- Supervised learning
- Unsupervised Learning
- Semi-supervised Learning
- Reinforcement Learning

Supervised Learning

We can think of supervised learning as function approximation, where basically we train an algorithm and in the end of the process we pick the function that best describes the input data, the one that for a given X makes the best estimation of y (X -> y). Most of the time we are not able to figure out the true function that always make the correct predictions and other reason is that the algorithm rely upon an assumption made by humans about how the computer should learn and this assumptions introduce a bias, Bias is topic I'll explain in another post.

Here the human experts acts as the teacher where we feed the computer with training data containing the input/predictors and we show it the correct answers (output) and from the data the computer should be able to learn the patterns.

Supervised learning algorithms try to model relationships and dependencies between the target prediction output and the input features such that we can predict the output values for new data based on those relationships which it learned from the previous data sets.

The main types of supervised learning problems include regression and classification problems

List of Common Algorithms

- Nearest Neighbor
- Naive Bayes
- Decision Trees
- Linear Regression
- Support Vector Machines (SVM)
- Neural Networks

Unsupervised Learning

The computer is trained with unlabeled data.

Here there's no teacher at all, actually the computer might be able to teach you new things after it learns patterns in data, these algorithms a particularly useful in cases where the human expert doesn't know what to look for in the data.

This family of machine learning algorithms is mainly used in pattern detection and descriptive modeling. However, there are no output categories or labels here based on which the algorithm can try to model relationships. These algorithms try to use techniques on the input data to mine for rules, detect patterns, and summarize and group the data points which help in deriving meaningful insights and describe the data better to the users.

List of Common Algorithms

- Hidden Markov Models
- Principal Component Analysis
- K-Means

Natural language processing

To an extent, sophisticated analytics programs can help businesses utilize their data by searching for and revealing patterns hidden in structured data, such as spreadsheets and relational databases. But these sources only account for 20 percent of all available data. The real challenge for enterprises is getting value from a sea of social media posts, images, email, text messages, audio files, Word documents, PDFs and other sources that make up the other 80 percent of data that can't be understood by computers—information otherwise known as unstructured data. To extract value from unstructured data, companies across industries are turning to Natural Language Processing (NLP).

NLP enables computer programs to understand unstructured text by using machine learning and artificial intelligence to make inferences and provide context to language, just as human brains do. It is a tool for uncovering and analyzing the "signals" buried in unstructured data. Companies can then gain a

deeper understanding of public perception around their products, services and brand—as well as those of their competitors.

A growing number of businesses are now using NLP. In fact, a recent report by research firm Markets and Markets predicts the NLP market will reach $13.4 billion by 2020, a compound annual growth rate of 18.4 percent.

Financial organizations in particular have applied NLP to obtain actionable insights from digital news sources. For example, NLP can help:

- Gather real-time intelligence on specific stocks. A financial services provider can write a query using Data News API that will create a real-time alert if analysts upgrade or downgrade a stock, thereby offering clients a valuable trading edge.
- Provide key hire alerts. Everyone knows when a large enterprise hires a new CEO, but company share price and performance can also be affected by the hiring (or departure) of talented marketing, sales, development and finance executives. The News API can deliver instant alerts regarding crucial changes to a company's management.
- Monitor company sentiment. While major news, such as an earnings report or an acquisition, affect how investors view a company, so too can the general tone of the news coverage. Using NLP tools financial services providers can track mentions of companies and discern negative or positive sentiment in news coverage.
- Anticipate client concerns. Banks and other financial institutions can use NLP to discover and parse customer sentiment by monitoring social media and analyzing conversations about their services and policies.
- Upgrade quality of analyst reporting. With the ability to access relevant, filtered information, financial services analysts are able to write more detailed reports and provide better advice to clients and internal decision makers.
- Understand and respond to news events. Individual companies and industries as a whole are subject to national and global events and government or judicial decisions. Using API's, financial services companies can monitor news about, say, an oil spill for clients with holdings in that industry.

- Detect insider trading. Financial services providers can use NLP queries to track the incremental sale and purchase of insider shares that otherwise might fly under the radar. The financial services industry is dependent not only on information, but also on information delivered as close to real-time as possible. To access and analyze relevant information in the rapidly expanding universe of unstructured data, financial services providers are turning to natural language processing to help them make decisions and provide sound advice and quality products to clients.

Artificial Intelligence Applications in Finance

There are two obvious fields of application: Investing and Marketing.

Digital marketing and AI

1. Personalize user experience

It is the most crucial area where AI can break in and create a significant impact. A customer is the King of any business and content is king for a marketer. If he can align the content marketing strategy with artificial intelligence, it could be ground-breaking. Based on data collected such as customer searches, buying behavior and interests, customized content campaigns can be conducted. The catch is that it can be done for every single customer or prospect.

Chatbots are another example of AI interference in enhancing user experience. Chatbots are programmed to interact with customers on the basis of data that it receives. Traditional chatbox and text communication will soon give away to a multi-dimensional communication system with sensory abilities such as voice and touch. This would personalize the whole experience for users as they receive the impression of talking to a real person with consciousness.

Augmented reality, another aspect of AI can be leveraged to provide consumers an option to see and feel the product before actual purchase. This would make decision making easy for customers as they are able to perceive the product even before purchasing. This will stimulate a faster response from the customer and in turn increase the revenue.

2. Predictive Marketing

Each time a user browses on the internet; new data is generated and collected for AI analysis. This data can reveal information such as user needs, behaviors, and future actions. Based on this information, marketing can be optimized to supply the most relevant information. Social media outreach also reveals personal information about the prospect making it easy for marketers to create a targeted campaign.

This further reduces the sales-cycle as the relevant information is handed over to customers on a silver plate. This "predictive" campaigns can significantly reduce customer research on the product and makes decision making easier. As for marketers, they can continue to analyze the buyer through data and even make the customer return!

This type of AI-enabled algorithms will challenge the current 'hotshots' like SEO in a huge way. With AI powering the digital marketing initiatives from ground level, chances of trends such as SEO, banner ads becoming obsolete are high. After all, who needs SEO and website traffic when you have a detailed report of your prospect?

3. Image recognition to increase ROI

Previously, image recognition was confined to identifying isolated objects in an image. But with AI – enabled software, it is now possible to get a detailed description of an image. Amazon's latest brainchild Amazon Rekognition can actually recognize human faces, emotions involved and identify objects.

This technology can be used in various ways for various sectors. For banking and financial sector, AI-enabled image recognition can be leveraged for faster payment processes and enhance customer security. Social media is a huge source of images.

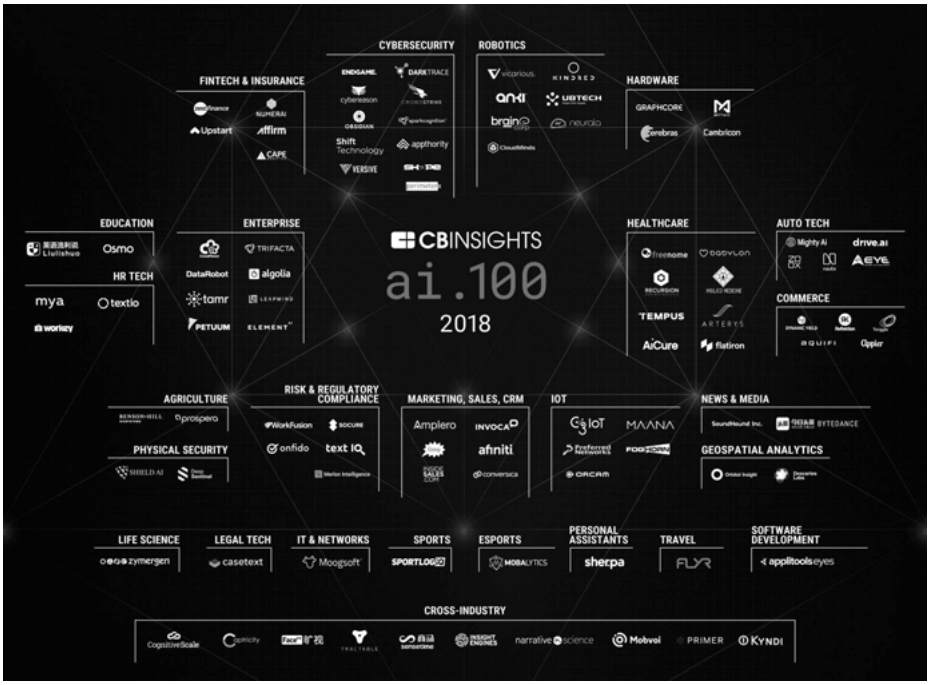
Social media has always been biased towards visual content as tweets with images receive 150 more tweets and Facebook posts with images receive 2.3X times more engagement. The world population together shares 3.25 billion photos a day according to this research. This humongous amount of images can be leveraged by AI to understand consumer patterns, behaviors, and needs. AI software will look for images in social media and compare it to a large image library to draw conclusions.

For example, a snack manufacturer can map their brand against the huge collection of photos in social media and understand the buyer demographics such as age group, gender etc., and also geographical potentials such as if the snack was consumed more at the beach, park, supermarkets, theaters and so on. This will help to align the marketing strategies in order to extract maximum Return on Investment.

Artificial Intelligence Companies

We provide in figure 4 a list of artificial intelligence companies that can help financial services companies to explore, research and use these technologies in their businesses.

Figure 4. Source: CB Insights AI companies



Investing and AI

All areas of investing can benefit from the use of AI and machine learning in addition to the use of completely new structured and unstructured datasets. We will provide in another paper more details of these advances. Here we provide a high level summary of the main applications.

Artificial Intelligence and machine learning can be useful in many investing applications:

- Using machine learning classification and regression techniques to select stocks, asset allocation. Boosting techniques like XG Boost and Adaboost are especially useful.
- Deep learning models to capture time series non-linearity
- Clustering techniques like PCA to reduce dimensionality and improve estimation.
- Natural Language Processing techniques sentiment analysis to incorporate in stock picking or asset allocation applications.

AI benefits

Main benefits are the following:

- Digest non structured data
- Capture non-linearities in the data
- Model flexibility

AI drawbacks

AI and ML algorithms operate in a very random, possibly non-stationary, highly dimensional when it comes to investing

- Non-stationarity
- Estimation / Learning
- Data snooping
- Transparency/Interpretation might be an issue

Conclusions

Artificial Intelligence is going to have a profound impact on finance, investing and marketing are one of the fields on which short and medium term high impact in the value chain.

Financial marketing, in the past being a human task is and will be replaced by smarter and smarter algorithms, as finance is going almost fully digital humans are being replaced by big data and algorithms. This is uncharted territory financial services firms that have on their data sets more information than ever have to figure out how to implement digital marketing properly. Customization is the way to go as al clients have different product preferences and level of service preferences. Algorithm should then play that role, much more research is needed to understand these new client digital ecosystem.

Investing is being disrupted by the big data revolution with new data sets, new models (mainly Artificial Intelligence / Machine Learning) and a new computing paradigm with the cloud and open source models. Investing is an information processing game, AI and ML will help there in modeling unstructured data using Natural language Processing techniques to measure for example sentiment and some Machine Learning supervised techniques that allow for more flexibility in capturing highly dimensional non-linear data generating processes, unsupervised to model “hidden” features. All models in financial markets investing obviously should deal with very noisy data generating processes possibly non-stationary.

The trend will continue in different directions, ultimately as AI gets better and better we will see a replacement of human tasks for AI’s. The big question is not if the question is when.

Are you ready?

REVOLUCIÓ DIGITAL I FINTECH: SITUACIÓ ACTUAL I PRINCIPALS TENDÈNCIES

Ramon Trias Capella
President d'AIS

Abstract

En els darrers temps el sector financer està vivint la irrupció de nous actors que estan ocupant part del l'espai tradicional de la banca formal: les fintechs. A dia d'avui, les fintechs tenen un cost operatiu molt menor que la banca, ja que no suporten el pes d'una gran infraestructura d'oficines ni d'un tractament rigorós per part del regulador. La banca formal, en canvi, treu profit del seu elevat coneixement dels clients i d'un accés molt més barat als diners, gràcies a la política monetària del Banc Central Europeu. Actualment, però, sembla que la situació podria començar a canviar equilibrant en part les condicions. Què passarà llavors? Aquest paper analitza el rol de banca i fintechs, així com quina podria ser la relació entre elles: competència, compres, fusions?

Vull agrair molt especialment la col·laboració de la Lluïsa Parés, la Macarena Suanes, la Raquel Guardia, la Pilar Mateo i la Lourdes Petit en aquest article. Sense el seu suport hagués estat molt més difícil poder realitzar-lo.

1. Introducció

El sector financer sempre ha estat un terreny abonat per obtenir benefici dels avanços a la tecnologia, particularment en el tractament de la informació, de manera que no ens ha de sorprendre que s'incorporin els recents avanços tecnològics a l'operativa del sector. El que sí que és una novetat és el canvi estructural tan fort que s'associa a aquests avanços.

La irrupció de les fintechs no és només un fenomen d'aparició de nous actors, nous productes o nous models de negoci, implica també una dinamització per a la banca tradicional, conduint-la cap a un canvi radical. De manera que no pot entendre's l'evolució de les fintechs -actual i prevista- sense analitzar l'evolució de les entitats del sector financer tradicional, les amenaces i reptes als quals ha d'enfrontar-se com a conseqüència de la seva pesada estructura. L'evolució de les creixents necessitats financeres de la societat a les quals dona servei la ban-

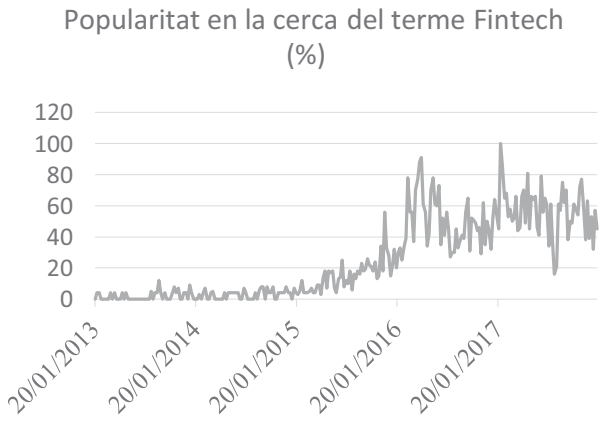
ca, així com els cada vegada majors canvis en els hàbits de la població, les crisis econòmiques i els avanços a la tecnologia (capacitat de còmput, transmissió i emmagatzematge) són elements clau per promoure aquest procés de transformació de la banca.

Els canvis socials i els avanços tecnològics conviden a pensar en termes de creació i/o destrucció d'actors, és a dir, entre actors tradicionals –la banca formal– i nous actors -les fintechs-. En aquest article ampliarem l'abast de l'anàlisi més enllà d'una discussió simple de substitució d'actors, focalitzant l'anàlisi en quina és la justificació de l'existència de cadascun d'ells.

Amb la finalitat d'entendre el nou entorn, analitzarem la raó de ser de l'activitat financera, la creació de valor que realitza, com és percebuda pels diferents segments de la població i quina incidència tenen els avanços de la tecnologia en l'acompliment d'aquestes funcions. Així mateix, es presentaran les fintechs i el seu rol al mercat.

L'evolució de la població no opera en bloc. Cada segment de la població té la seva pròpia dinàmica, en hàbits i en posició econòmica. La tecnologia evoluciona ràpidament. L'evolució d'aquests components ajudarà a entendre l'extraordinària irrupció de les fintechs, així com els esforços de les entitats tradicionals per mantenir la seva posició.

Si bé els límits en els quals es mouen avui aquests nous actors són encara minoritaris, com a indicador, *a priori*, de l'interès manifest per les fintechs, podem veure el creixement de les consultes realitzades a Google sobre aquest terme. Prop de 201.000 consultes mensuals, que comparades amb les 41.000 consultes sobre *financial services* ens dona una idea que es reforça en observar el seu increment exponencial en els últims anys des de 2016 (Schueffel, 2016). Si s'utilitza una escala entre 0 i 100, es pot observar un augment significatiu en l'interès en el terme fintech a Espanya passant d'un recompte proper a zero el 2013, a un recompte proper al 100 el 2017. La Figura 1 mostra aquesta tendència.



Font: en base a dades de Google.

El desenvolupament de les fintechs està encara evolucionant, així que l'impacte sobre la banca tradicional i el seu model de negoci és encara incert. Alguns analistes estimen que entre el 10% i el 40% dels seus ingressos i entre el 20% i el 60% dels seus beneficis en banca minorista estan en risc en els propers 10 anys, mentre que uns altres opinen que els bancs estaran en disposició d'absorbir els nous competidors, millorant així les seves pròpies eficiències i capacitats (McKinsey, 2015). En el cas particular d'Espanya, segons l'informe de Funcas, el mercat de fintechs està en desenvolupament. Es caracteritza per estar format per unes 300 empreses, amb una facturació anual total de 100 milions d'euros i el 55% es concentra en les pimes i microempreses. D'acord a aquestes dades, Espanya és el 6è país del món amb major nombre de fintechs (Funcas-KPMG, 2017).

Per tant, en l'actual situació, serà útil analitzar les oportunitats de la banca tradicional i les fintechs, així com les futures posicions que poden prendre els bancs ja sigui com a competidors, proveïdors o com a aliats. La banca tradicional viu aquesta presència com una possible amenaça.

Aquest és l'objectiu d'aquest document, que s'organitza com segueix. En la secció dos es presenten els actors que participen en l'ecosistema financer. En la secció tres, les causes d'aquest nou equilibri. Les oportunitats que presenten aquests nous actors es descriuen en la secció quatre i la relació entre els actors en la secció cinc. Finalment, en la secció sis es mostren les principals conclusions.

2. El paper de la banca formal i les fintechs a l'ecosistema financer

La digitalització està transformant el sector financer en diferents aspectes: en la forma d'operar productes i serveis i en la forma com es relaciona amb els seus clients, però també actua com a dinamitzador d'un profund canvi en el sistema financer, transformant les actuals institucions i generant l'espai per a nous actors.

Aquests nous actors són freqüentment companyies noves -*startups*- que neixen amb un producte o servei i que utilitzen noves tecnologies de la informació per agilitzar, abaratir o completar la seva operació respecte a com s'ha operat tradicionalment.

Un altre grup de nous actors són grans companyies amb models de negoci tals que els permet disposar d'abundant informació, alta liquiditat i extensa relació de clients, la qual cosa els brinda la possibilitat d'explotar un canal que ja dominen per a l'activitat financera.

Àdhuc assumint la seva heterogeneïtat, tots dos grups es coneixen com fintechs i la seva presència en el sector actuarà com un catalitzador del canvi en el sector financer.

Ni els canvis a la tecnologia en la qual es basa la digitalització, ni els canvis que experimenta la pròpia activitat financera poden ser qualificats en rigor com una gran innovació disruptiva. Es tracta, en tot cas, de transformacions en la forma de tractar i servir productes i serveis que, certament, forçaran canvis significatius del sector.

Quin rol exerceix la banca formal en la seva aportació de valor al sistema econòmic i quina part de la seva activitat pot ser substituïda per noves tecnologies ens donaran les claus per a una visió de futur de la substitució total o parcial del sector formal de la banca.

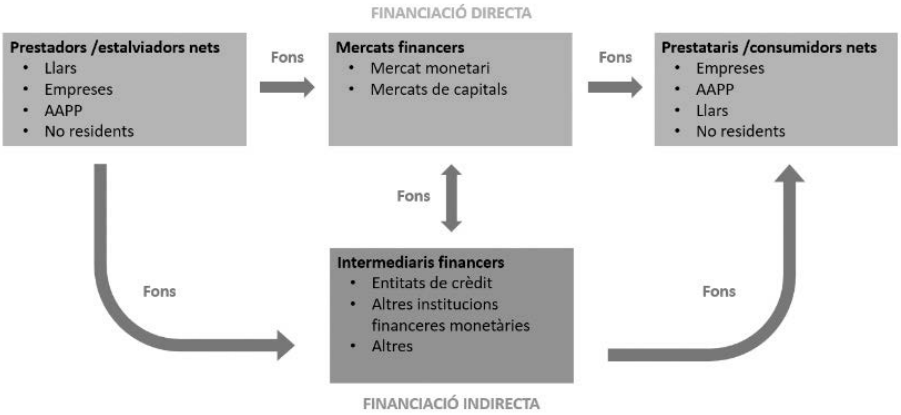
2.1. El sistema financer en valor

Què produeix el sector financer? Quina és la seva posició en la creació de valor?

Les institucions financeres cobreixen fonamentalment dues funcions: formen part del canal entre l'estalvi i la inversió i se n'ocupen del moviment de fons. A aquesta última funció és a la qual pertany l'activitat de pagaments.

El paper d'intermediari entre estalvi i inversió comprèn des del punt de vista de passius, formes de fondeig que van des de dipòsits fins a instruments financers. Des del punt de vista d'actius, totes les formes de crèdit, així com altres inversions en balanç. Aquestes entitats, en el seu paper d'intermediació, transformen la liquiditat, el risc i la grandària de béns financers per adequar l'oferta -procedent de l'estalvi- amb la demanda (en el seu sentit més ampli), ajustant aquests actius en el punt d'equilibri entre risc, rendibilitat i volum sol·licitats.

Figura:



Encara que la intermediació és el negoci més natural de la banca, altres instruments i institucions comparteixen aquesta funció en l'economia. El finançament de corporacions en mercat obert, els fons d'inversió o el suport a la inversió en valors prenen importància i es materialitzen en un altre tipus d'activitats que compensen la desintermediació amb ingressos derivats de comissions per serveis.

D'altra banda, la confiança emanada de la reputació i l'experiència del client són la base del seu paper en el sistema de mitjans de pagament, així com de serveis d'assessorament i gestió en les inversions dels seus clients.

No obstant això, com tota activitat productiva, la banca ha de gestionar el cost que aquestes activitats generen, per la qual cosa, tradicionalment, aquestes entitats s'han dotat de les eines de tractament de la informació que la tecnologia els ofereix a cada moment. No és d'estranyar que des de la irrupció dels ordinadors en els anys 60 del segle passat, els bancs hagin estat, juntament amb el sector públic, els principals compradors d'eines i sistemes.

Així mateix, les entitats financeres van ser pioneres en la incorporació d'eines estadístiques de gestió i d'intel·ligència artificial (IA) per facilitar decisions de concessió de crèdit (*scorings* i ràtings), així com d'oferta comercial (*mailing* i *e-mails*, carterització i objectius per oficina entre uns altres).

És important destacar que aquestes inversions es van realitzar com a conseqüència de la decisió d'assumir el fort creixement de l'activitat financera sense haver de fer front a elevats increments en recursos i costos.

L'escenari actual és diferent. Amb una sensible feblesa de la demanda de crèdit, la necessitat del canvi està avui motivada en gran part per l'obsolescència dels -en un altre moment- eficients sistemes d'informació i decisió, avui superats per mètodes, sistemes i canals embeguts en les noves modalitats de servei que constitueixen l'amenaça de les fintechs.

En aquesta nova era de la digitalització i seguint els mateixos criteris per a la incorporació de TIC, el sistema financer en el seu conjunt no s'ha quedat enrere, encara que part d'aquesta innovació s'està duent a terme fora de les entitats formals. En essència, s'ha substituït part de la relació amb el client, portada tradicionalment a través de personal, per serveis equivalents realitzats a través de dispositius automàtics connectats per internet (CAF, 2016).

Cal assenyalar que, depenent del segment de la població, s'ha percebut bé com una pèrdua de qualitat de servei, o totalment al contrari, s'ha traduït en una millora en la satisfacció del client. A l'explotació de la informació generada des de les transaccions trivials, juntament amb altres moviments de compte (consulta de saldos, transferències i traspassos, consulta de rendiments, serveis de documents legals), s'han incorporat mètodes i elements procedents de

IA per oferir consultes, assessorament, reclamacions i renegociacions en text o més endavant en veu.

En aquest context sorgeixen nous actors, les fintechs amb la capacitat d'introduir noves tecnologies de manera menys costosa i més àgil que el sistema financer tradicional.

2.2. Fintechs com a alternativa a la banca formal

2.2.1. Un intent de definició

És difícil formular una definició de fintech, en relació amb el seu abast, origen, funcions, tecnologia utilitzada, així com a les seves capacitats. Potser l'intent més equidistant ha estat el realitzat per Schueffel (Schueffel, 2016) que ha sintetitzat 13 definicions autoritzades d'aquest terme de la següent manera: "*fintech és una nova activitat en el sector financer que aplica tecnologia per millorar activitats financeres*".

Una definició més precisa i formal és la que ofereix el Consell d'Estabilitat Financera (FSB, per les seves sigles en anglès), utilitzada també pel Comitè de Basilea per a la Supervisió Bancària (BCBS, per les seves sigles en anglès), que defineix el treball de les fintechs com segueix:

"*Innovació financera que es duu a terme amb l'aplicació de la tecnologia i de la qual resulten nous negocis, models, aplicacions, processos o productes que es materialitzen als mercats financers, en les institucions i en la provisió de serveis financers*" (BIS, 2017).

Malgrat ser una definició una mica difusa, potser de massa abast, resulta útil per analitzar l'embranzida rebuda per aquest tipus d'empreses, originada per les noves tecnologies i facilitada per les febleses del sector formal. Unes febleses posades en evidència per la crisi financera.

El de les fintech és un segment molt dinàmic situat just en la intersecció entre els serveis financers i les novetats del sector de tecnologies de la informació. Aquestes noves empreses centrades en la tecnologia incorporen innovacions en els productes i serveis que actualment brinda la indústria de serveis financers tradicional.

Les fintech estan guanyant un impuls significatiu i estan causant trastorns en la cadena de valor tradicional de les institucions financeres i en l'entorn econòmic a molts països i mercats. Les empreses fintech més capdavanteres i les noves activitats de mercat estan redibuixant el panorama competitiu, esborrant les línies que alguna vegada van definir als jugadors en els serveis financers i la indústria bancària.

2.2.2. *Com es posicionen en l'ecosistema financer?*

Les fintech realitzen funcions de valor afegit respecte a la banca formal i gràcies a la tecnologia poden dur-les a terme amb un cost més baix en temps d'explotació, a partir d'inversions assumibles. Això és en part perquè enfoquen els seus serveis en una part de la cadena de valor de les entitats formals. Així mateix, generen modalitats de productes i serveis adaptats a les preferències dels clients, tant en el seu contingut com en la forma de relacionar-se amb l'entitat que els serveix.

En general, aquestes tecnologies són la base per a aplicacions específiques, que podríem agrupar en tres grans famílies:

Obtenció de fons:

- **Capital, Préstec i Mecenatge**

Aquesta família d'aplicacions té en comú la utilització d'internet com a canal de comunicació per posar en contacte petits inversors i emprenedors. Permet explotar les economies d'escala del tractament d'informació financera deixant a les mans dels usuaris la decisió sobre la seva quota, diversificació i la seva posició enfront del risc.

L'impacte potencial sobre el sector financer deriva de la substitució potencial de la desintermediació, mitjançant plataformes que permeten sol·licitar crèdit o fons a través d'internet. Es disposa d'informació rellevant per a la inversió, préstec o donació, que permeten analitzar el risc de les aportacions, i formar així una cartera diversificada amb les condicions de liquiditat pactades. Naturalment, la percepció de la confiança, així com la disposició de liquiditat d'algunes inversions, sol ser inferior a la que podria obtenir-se d'un banc, però també la rendibilitat sol ser superior.

Aquestes operacions pertanyen a la modalitat d'operació anomenada *crowdsourcing*, que comprèn totes les operacions d'internet en la qual un conjunt de gent comparteix esforços per fer possible cert objectiu. Les operacions de *crowdsourcing* orientades a l'obtenció de fons comprenen dues modalitats: *crowdlending* i *crowdfunding*, encara que tenen en comú la participació d'un públic ampli a través d'internet. *Crowdlending* és un préstec de font col·lectiva i *crowdfunding* és una participació al capital, com a inversió, incloent-se en aquest grup també la captació de fons amb contraprestació en forma de recompensa, honors o compromís de servei o bé com a donació, sense contraprestació. Són formes més o menys properes al mecenatge compartit. (Sastre i Bonet, 2015).

Transmissió garantida:

- **Moviment de diners. Transferències de fons i mitjans de pagament**

L'aplicació de sistemes de comunicació segures obre el pas a l'abaratiment de transferències de diners. En aquesta línia, els sistemes de criptografia i seguretat permeten oferir confiança, garantia i control del frau. L'aplicació de tractament de text i veu, units a sistemes d'intel·ligència artificial, permet el servei al client en gran part de la seva activitat amb un cost d'operació més baix.

- **Moneda digital**

El *blockchain* és una tecnologia que combina un procediment especial de criptografia encadenada per a les transaccions. Utilitza una estructura de participants per al manteniment d'una base de dades sense que sigui necessari un control, però de manera suficientment centralitzada per garantir la seva integritat.

Al seu origen, aquesta tecnologia suportava la integritat de Bitcoin, la criptomoneda, però la seva utilitat ha depassat la finalitat per la qual va ser concebuda, a causa de la capacitat de garantir integritat en les transaccions, incloent no només continguts, sinó compromisos a executar sota condicions futures, registres oficials, transaccions de futur o plans de contingència.

Modelització per a operacions, pròpies o assessorament:

- **Assessorament financer. Els Robo-Advisor**

Els sistemes d'anàlisi de dades financeres personals permeten l'assessorament automatitzat i eficaç per a gran part dels clients tradicionals de la banca for-

mal, ja que pot connectar informació personal, dades d'ingressos, plans de futur i posicions fiscals. En alguns casos això es duu a terme mitjançant l'ús d'algorismes o, fins i tot, aplicant tècniques d'intel·ligència artificial.

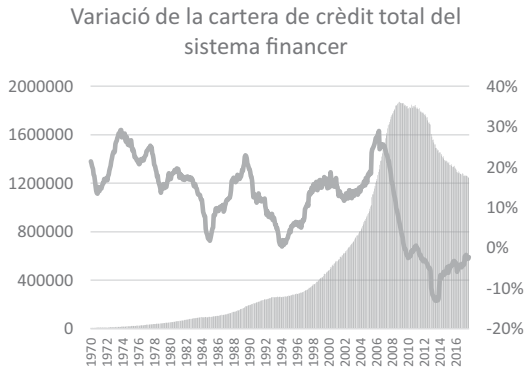
El tractament intel·ligent de les decisions d'inversió, des de les operacions de HTF (High Frequency Trading) fins a l'assessorament per a la gestió de patrimonis, inclouria en aquest apartat la comunicació amb el client a través dels diferents canals, banca per internet, assessorament financer automàtic utilitzant text o veu (Robo Advisory), identificació *online*, comunicació de rendiments i autoritzacions.

3. Factors de canvi i reequilibri

L'aparició i proliferació de les fintechs obeeix a la confluència de diversos factors de canvi que podem agrupar en tres categories: esgotament del model financer vigent; canvi cultural de la població i digitalització; i impacte de la tecnologia en el sistema financer.

3.1. Esgotament del model financer vigent

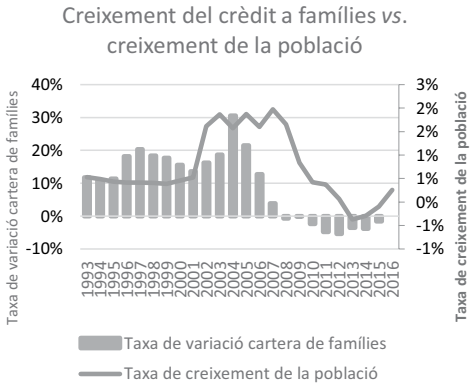
Des de finals de la dècada dels 70, el crèdit a Espanya ha crescut de manera continuada i a taxes elevades, en particular a partir de 2001 (vegeu la figura). Aquest creixement es va situar entorn a taxes del 20% fins a 2008, quan el sistema financer va començar a mostrar els símptomes de la crisi financera internacional, que va derivar en una crisi financera i econòmica sense precedents a Espanya.



Font: elaboració pròpia en base a dades del Banc d'Espanya.

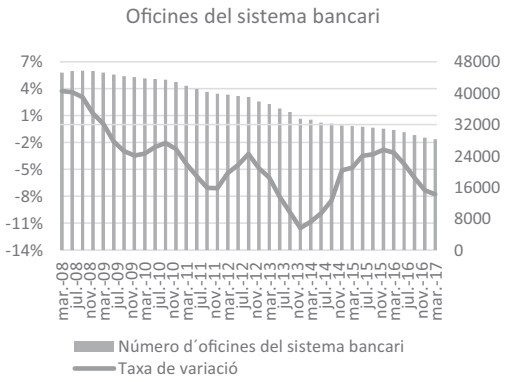
La carrera en la captura de crèdit de les entitats financeres en dates prèvies a la crisi va guanyar velocitat amb el creixement de la bombolla immobiliària. Això va comportar dues conseqüències destacades: la generació de carteres de baixa rendibilitat a llarg termini i el sobredimensionament de l'estructura i l'infraestructura de les entitats. Alguns dels instruments més recurrents en la competència de les entitats per captar clients van ser la disminució de tarifes, l'interès variable i els baixos diferencials. Aquests baixos diferencials sobre taxes d'interès variable responien fonamentalment a una estratègia per guanyar quota de mercat i per fidelitzar clientela a llarg termini per obtenir ingressos de productes i serveis futurs.

La fi de la bombolla i la crisi van accelerar -i en part van esgotar- el procés d'endeutament de la societat espanyola. La demanda de crèdit en l'actualitat, la qual val a dir que és baixa, s'explica pel creixement vegetatiu de la població (crèdit a particulars, vegeu gràfic), i del crèdit a pimes, poc actives en expansió i noves inversions. Les corporacions, no obstant això, es financen cada vegada menys a través de les vies tradicionals de finançament, ja que disposen d'altres recursos i instruments financers. Aquesta actitud va accelerar l'esgotament del sistema financer tal com es concebia fins al moment.



Font: elaboració pròpia, en base a dades del Banc d'Espanya i l'INE.

En aquest context, una de les principals conseqüències per al sector va ser la reestructuració de les entitats, la qual cosa va derivar en una major concentració del sistema. És a dir, es va produir una forta reducció del nombre d'entitats, que van passar de 45 a 10. Aquest ajust no només es va veure reflectit en el nombre d'entitats, sinó també en el nombre d'oficines de les entitats, les quals s'han reduït de manera significativa per poder millorar així l'eficiència (vegeu la següent figura).



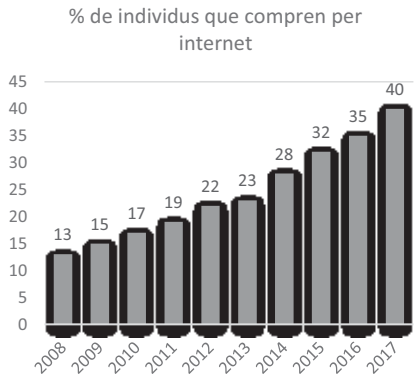
Font: elaboració pròpia, en base a dades del Banc d'Espanya.

A més d'això, l'excés de liquiditat del sistema, fonamentalment a causa de les decisions de política monetària del Banc Central Europeu (BCE), no afavoreix als bancs. Recordem que, a causa de la crisi econòmica i a la baixa inflació, el BCE va dissenyar cap a finals de 2011 una bateria de mesures de política monetària expansiva amb la finalitat de mitigar els efectes adversos de la crisi. A més de baixar el tipus d'interès fins a mínims (0,0% des de març de 2016), es van realitzar injeccions de diners al mercat mensualment. Les injeccions van oscil·lar entre 60 i 80 mil milions. Aquesta major liquiditat del mercat i l'abaratiment del cost dels diners ha desplaçat els fons que haguessin alimentat dipòsits a bancs o inversions en borsa, per equilibrar-se en una nova relació de risc-rendibilitat. Una de les conseqüències immediates d'aquesta major liquiditat ha estat el creixement de plataformes de finançament alternatiu.

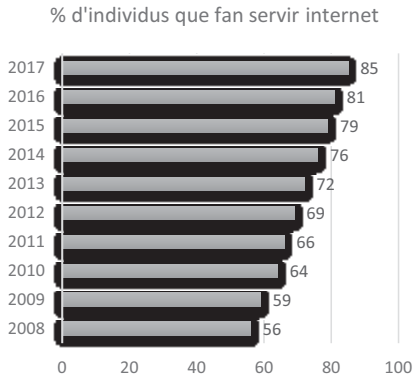
3.2. Canvi cultural de la població

La digitalització ha impulsat un canvi d'hàbits en les famílies. Això es veu reflectit en indicadors com les consultes per a l'obtenció d'informació de tot tipus, que ha crescut enormement, canviant l'actitud en grans segments de la població respecte al concepte mateix d'informació.

Un altre indicador és la compra a través d'internet que ha guanyat espai, canviant la manera com el consumidor es vincula amb el venedor. La diversitat, la facilitat creixent, la imatge de modernitat i la comoditat han afavorit aquest *boom*, principalment entre els segments de població més joves i pràcticament a gairebé tots els productes de consum. En els següents gràfics, es pot observar com han crescut aquests indicadors en els últims anys.



Font: elaboració pròpia, en base a dades de l'Eurostat.



Font: elaboració pròpia, en base a dades de l'Eurostat.

Aquesta realitat no escapa al sistema financer, un sector en el qual la utilització de les eines d'IT té una llarga història. Bancs i caixes d'estalvi van prendre el lideratge en la substitució per part de computadores d'activitats desenvolupades inicialment per empleats, en gran part en el *back-office* i *middle-office*. La difusió de caixers automàtics i, sobretot, les funcions ofertes a través de la línia oberta, fins i tot en els primers passos, van substituir en gran mesura la visita a la sucursal per a certes operacions, transferint així el cost d'operació al client.

Aquestes facilitats van ser assumides ràpidament per una part de la població, però la desigual habilitat en l'ús de les tecnologies juntament amb els hàbits culturals relacionats amb els diners van dificultar aquest accés a determinats segments. Aquesta línia d'avanç i aquestes resistències s'han perllongat tant

en el camp de l'oferta com en el de l'acceptació. Les facilitats de la banca per internet s'han estès a accions com la contractació d'actius i passius o l'assessorament financer. Així mateix, la generalització de la targeta de crèdit i la seva modernització han provocat una sensible reducció de l'ús de l'efectiu i, per tant, dels caixers automàtics.

Novament, aquestes facilitats són assumides de forma diferent pels diferents segments de la població. En termes generals, segments de particulars de més edat requereixen el tracte personal, mentre que els segments de població més jove són més propensos a l'ús de la tecnologia. Tot això com a tendència, amb les excepcions pertinents.

D'aquesta forma, encara que a les entitats financeres formals els interessa transferir el cost d'operació al client -per augmentar la productivitat dels propis recursos i així poder reduir la seva estructura-, al mateix temps necessiten mantenir vincles amb la població amb preferència al tracte personal (una població que sovint disposa de patrimoni i d'ingressos regulars). Aquest tracte personal és especialment desitjat per a les operacions més complexes associades a inversions, préstecs o assessorament financer.

Però per a entitats de la complexitat dels bancs, la reducció dels costos d'estructura no és fàcil, almenys en un termini tan curt com exigeix el procés de canvi que vivim. Per allunyar-se del punt mort, les entitats necessiten un elevat volum d'operacions per mantenir una productivitat total a nivells acceptables. En altres paraules, és necessari conservar i augmentar clientela, atenent i atraient als diferents segments de la seva clientela vinculada o potencial.

3.3. Impacte de la tecnologia en el sistema financer

L'aplicació de la tecnologia a les finances ha tingut com a principal motivació la reducció de costos, i s'ha fet prenent avantatge de les economies d'escala, substituint hores de personal en l'atenció al client per sistemes més o menys automatitzats.

La tecnologia que es va implementar a partir dels anys 70 va substituir personal administratiu. A la fi dels 80, es van adoptar sistemes de tractament de la informació, uns sistemes d'anàlisi no molt diferents als actuals: *credit scoring*, ràtings automàtics, alertes i alarmes, segmentació de la clientela o models d'anàlisi estratègica.

Actualment, aquests criteris s'amplien. D'una banda, la substitució de tasques va més enllà del treball administratiu per ocupar també tasques d'anàlisi en riscos o màrqueting. Per un altre, es transfereix part del cost d'operació al propi client, la comoditat del qual no disminueix, ja que s'estalvia visites a l'oficina.

Sota el concepte de noves tecnologies, agrupem un conjunt relativament heterogeni de tècniques i mètodes. Com a tecnologies podríem apuntar a temes de digitalització, traient profit de les facilitats d'emmagatzematge, de còmput i de transmissió, i també dels avanços del tractament de textos, so i imatge, que avui permeten uns alts nivells de comprensió i caracterització. Així mateix, destaca el tractament de dades d'estructura no tabular, tals com els obtinguts de les comunicacions, de les relacions o del comportament; l'aprenentatge automàtic en totes les seves variants: la simulació i l'optimització en temps real, i, en general, els mètodes associats a tècniques Big Data i IA, dins de la qual destaca el *machine learning*.

La base científica que suporta l'actual tecnologia té arrels relativament antigues. Internet i la World Wide Web daten de la meitat del segle passat, així com els desenvolupaments d'Intel·ligència Artificial i Machine Learning. L'aplicabilitat d'aquesta tecnologia ha crescut exponencialment per la conjunció de diversos factors. Entre ells figuren la consolidació i popularització de les comunicacions al món digital; la millora en la capacitat de còmput, emmagatzematge i connectivitat de sistemes de còmput comercials; i els avanços en la interpretació de llenguatge natural -en text o en veu-, així com el tractament d'imatge -en figura o en vídeo.

D'entre tots ells, potser el més determinant ha estat l'espectacular creixement de la capacitat i velocitat de còmput, que ha permès que algorismes que requerien un mes a donar una resposta a un càlcul, avui puguin obtenir-lo en uns cinc segons. En gran mesura és a causa de les GPU (Graphical Processor Units) de Nvidia, creades per al tractament gràfic de la imatge per a jocs i animació. La seva deriva cap a IA ha incrementat una guerra comercial, materialitzada en l'acord INTEL – AMD (Advanced Micro Devices), que ha llançat les seves noves GPU Radeon integrades en el processador Kabi Lake G. Un altre actor en la discussió és Qualcomm.

Aquestes capacitats han permès l'aplicació industrial d'algorismes de càlcul investigats anys enrere. És el cas de les xarxes neuronals (ANN per Artificial Neural Nets), el *deep learning*, els sistemes arborescents (Random Forest, CaRT Classsification and Regression Trees, XGBoost Extremi Gradient Boosting), SPV

Support Vector Machines i els algorismes genètics (AG) entre uns altres. Nous llenguatges orientats com a R o Python, així com bases de dades i plataformes com Hadoop o Spark, permeten aplicar aquestes tecnologies.

4. Oportunitats en el nou sistema

L'aparició de nous actors en l'ecosistema financer i la competència genera d'alguna manera també desafiaments i oportunitats per a tots. D'una banda, els bancs tenen l'avantatge de tenir una cartera de clients històrica, però, d'altra banda, això implica un cost operatiu molt elevat en relació amb aquests nous actors que són les fintechs. Aquestes estan en general més orientades a productes o serveis específics i amb menys coneixement del client, però compten amb un cost operatiu reduït que els permet obtenir un major marge. A continuació, es presenten algunes de les principals oportunitats que tenen tant els bancs com les fintechs.

4.1. Oportunitats de la Banca

Mai més oportuna la màxima lampedusiana de "cal canviar-ho tot perquè tot segueixi igual". La primera oportunitat de la banca formal va ser la d'obtenir avantatge de l'actiu més valuós que es disposa: la relació amb els clients, en molts casos, fins i tot amb arrels en passades generacions. Si s'aconsegueix restaurar la reputació i, sobretot, la confiança, caben estratègies de fidelització.

El repte és el de recuperar la confiança guanyada durant decennis (en algun cas més d'un segle), i exercir de banca de proximitat, atenent a clients segons les seves necessitats. I, al mateix temps, explotar els avantatges de la digitalització, que significa reduir costos així com guanyar en comoditat per a un segment creixent de clients, encara que aquest enfocament prengui un biaix cap a producte i servei.

L'actiu més sòlid de la banca espanyola, la fidelitat i confiança de gran part de la clientela, està en perill de desaparèixer o, millor dit, gairebé ha desaparegut. El sector financer íntegrament està mostrant interès i dedicant esforç a recuperar la confiança en la banca de proximitat real traslladant-la cap a la confiança en la banca de proximitat virtual, almenys per als segments que progressivament ocuparan l'espai de la clientela tradicional.

S'observa un canvi de la clau de "banca de proximitat real" a "banca de proximitat virtual" a una velocitat còmoda per a cada segment de clients. La major facilitat en l'ús de canals digitalitzats en els trams de població de fins a trenta anys augmenta en dirigir-se a trams més joves. En el sentit contrari, l'augment de densitat l'anem a trobar en la titularitat de propietat i rendes regulars. Naturalment és una visió estadística, amb totes les excepcions que s'estimin oportunes i, en qualsevol cas, amb un lliscament constant que la inexorable evolució vegetativa de la població porta al fet que els actuals trentens seran tard o d'hora seixantens operant en internet.

Encara que les inversions en noves tecnologies requereixen avui menors imports inicials que les que es van realitzar en el gran desplegament dels anys 70, segueixen sent de tal volum que només la seva aplicació massiva permet amortitzar-les en un període suficientment curt per evitar pèrdues per obsolescència. Per tant, la banca pot obtenir avantatge per la seva grandària en exercir economies d'escala en la implementació de les noves tecnologies.

Si bé és cert que les fintechs solen generar valor a partir de projeccions de futur i les entitats establertes ho generen (o haurien de fer-ho) amb els resultats obtinguts, en l'altre plat de la balança, la relació amb la clientela preexisteix en les entitats formals, la qual cosa hauria de ser un bon principi per accelerar el canvi de relació i, per tant, els beneficis de la digitalització.

El problema principal per a la transformació digital de la banca tradicional, sobretot en el cas espanyol, és el pes de gran part dels seus actius. Això és unes carteres de crèdit de poc rendiment sense ser d'una gran solvència, unes inversions immobiliàries provinents d'adjudicacions d'operacions fallides i uns recursos físics i humans dimensionats per al creixement del crèdit, que hem vist entre mitjans dels 70 i la fi de la bombolla el 2007. Desprendre's d'aquesta pesada càrrega no seria tan difícil si es pogués fer sense presses, és a dir, gestionant l'amortització orgànica de la cartera de crèdits, venent els immobles de diferents tipus a mesura que la demanda els sol·liciti i jubilant/prejubilant plantilla a mesura que disminueix la necessitat de relació personal intensa. Però la irrupció de les fintechs ha accelerat el rellotge. La inversió orientada a un sol producte està a l'abast i les previsions d'ingressos solen ser bones i compostes en molts casos per costos de llançaments importants, però més lleugers que a la banca tradicional, fins i tot en una posició clara de transformació digital.

També destaca la capacitat que té la banca de créixer per adquisició. No és cap novetat en absolut. Històricament referida a comprar quota geogràfica de

mercat, però en el context que analitzem, no és estrany veure la incorporació de tecnologia mitjançant la compra de *start-ups* que han tingut l'encert de desenvolupar aplicacions basades o potenciades amb les noves tecnologies.

És un tipus de creixement que no sempre ha tingut èxit, per les diferències culturals i l'asimetria de coneixements: de sofisticades tecnologies d'una banda i coneixement del negoci financer per una altra.

És notable la transferència de costos al client com a font d'interès de la digitalització. La disminució de costos suportats per l'entitat té dos components: la disminució en l'aplicació de recursos humans i la transferència de part del cost d'operació al client. En les primeres operacions de cada client, la suma del temps que dedica l'oficial de la sucursal, afegit al temps del client en la relació tradicional, pot ser menor que el que dedica el client en la mateixa operació en canal digital. Però és un coneixement acumulatiu que, si el sistema està ben dissenyat, compensa en un termini relativament curt.

4.2. Oportunitats de les Fintech

La incorporació de les novetats tecnològiques s'hauria integrat en el negoci bancari tard o d'hora. L'aparició de les fintechs ha agilitat aquesta tendència, però el seu futur depèn de la capacitat d'aprofitar l'oportunitat de continuïtat per a aquest model de negoci. La disjuntiva és, de totes maneres, o bé integrar-se en els grups financers liderats per entitats financeres formals o bé consolidar la seva posició.

Si una de les justificacions de la banca formal és la conversió de risc, liquiditat i grandària dels actius financers en actuar com a canal entre estalvi i inversió, oferir aquestes funcions a través de tecnologia -comunicació, dades, IA- pot ser molt atractiu per a segments de la població amb un cert nivell de coneixements financers, ja sigui en posició d'inversors o d'estalviadors. És a dir, genera la desintermediació del servei ofert per la banca formal. Orientades a producte o servei, les fintech poden oferir assessorament a preus reduïts més suportables per a petits inversors.

El cost d'operació per les fintech sol ser més baix que el corresponent servei ofert per la banca formal, però també ho és el cost de l'estructura que ho suporta, és a dir, els costos de desenvolupament i els de la infraestructura (que no necessàriament ha de ser propietat de la fintech). Com a conseqüència, amb una inversió a l'abast d'una *start-up*, pot oferir-se un servei més econò-

mic, àdhuc amb una massa menor de clients, mantenint-se encara lluny del punt mort, fins i tot en els primers passos al mercat.

Fins a dates recents, gestionar l'obtenció, el tractament i la distribució de la informació financera i els resultats de la seva anàlisi implicava un esforç notable gairebé només a l'abast d'entitats que podien rendibilitzar-la amb la seva explotació per a anàlisi d'inversions. L'automatització d'aquestes activitats (incloses les activitats d'anàlisi) i la facilitat de la seva distribució en canals accessibles a particulars fan possible l'explotació d'economies d'escala. D'aquesta manera, les fintech tenen la facilitat de servir a baix cost l'accés a informació a l'inversor, però també d'altres serveis. És el cas de les transferències internacionals a través d'internet. També de les campanyes comercials que impliquen el pagament identificat (targetes comercials p.i.), els diners electrònics, les anàlisis de finances personals o el *crowdlending*. Tots ells són de fet redissenys de serveis que incorporen elements preexistents tals com BlockChain, passarelles de pagament, comunicació segura, connexió amb nous mitjans de pagament per dispositius, etc.

L'actitud de les entitats financeres en els anys 80 i fins al punt àlgid de la bombolla va ser la de facilitar el creixement de la cartera de crèdit oferint facilitats de tot tipus. Algunes entitats van tenir més compte que unes altres a filtrar mínimament la qualitat de risc real dels nous contractes, mentre que generosos LtV i taxacions optimistes feien créixer les carteres d'aquesta classe d'actius de risc. Manegar aquest tipus de crèdits amb polítiques *revolving* creixents de forma automàtica és una oportunitat que han sabut aprofitar algunes fintechs. El fet que si algunes d'elles -amb uns TAE altíssims- limiten amb la usura o bé si donen un servei vital a segments marginals de la població és un punt en freqüent debat.

Els efectes del sisme financer iniciat l'any 2007 ha deixat algunes conseqüències molt rellevants en el sector. Principalment acusada és la falta de confiança en la banca formal derivada de les preferents, els desnonaments o les clàusules sòl. A això s'afegeix la desaparició de caixes i bancs, de marques molt vinculades a gran part de la població per fusions i adquisicions més o menys forçades, els escàndols de corrupció o de mal ús de fons.

5. Fintech i Banca: competidors o aliats?

Una de les principals preguntes que sorgeix és què serà millor tant per a la banca com per les fintech: competir o aliar-se. De fet, existeixen diverses modalitats sota les quals poden relacionar-se.

Encara que la primera impressió dels representants de la banca formal va ser veure les fintech com a competidores, comprensible considerant que era un moment en què s'experimentava una caiguda de la demanda de crèdit i que les fintech -amb costos d'operació molt baixos- no patien a sobre tampoc el pes regulatori al qual han de fer front les institucions financeres.

No obstant això, s'ha anat derivant cap a una convergència d'interessos. Per aproximar-se a una certa previsió sobre com es realitzarà aquesta convergència és important diferenciar l'anàlisi de les fintechs procedents de *start-ups* (o a transformacions profundes de pimes molt orientades a producte/servei) dels "grans monstres de fintech" (Karen Mills).

Les empreses conegudes sota l'acrònim GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon) són actualment les companyies més representatives, els nous gegants, el creixement dels quals està estretament lligat a diferents aspectes de la tecnologia. A més de liquiditat operativa o capacitat d'atracció de capital, constitueixen avui una autèntica amenaça per a la banca formal. Encara que hem vist créixer aquestes companyies expandint-se en el sector i servei (informació, comerç al detall, *hard*, relacions personals), tot indica que el següent pas estratègic serà estendre's a d'altres sectors en creixement. Només cal veure Amazon anunciant la seva aliança amb Berkshire Hathaway i JP Morgan Chase per entrar en el sector de la salut; o Amazon Finance Technology, que produeix tecnologia financera; o Amazon, que el 2017, va concedir mil milions de dòlars a 20.000 de les empreses associades.

La posició de la banca formal amb les fintechs-GAFA és més de rivalitat. De fet, en termes d'alguns, les GAFA són considerades l'autèntica amenaça del sector juntament amb els asiàtics BAT -Baidu (cercador), Alibaba (*ecommerce*) i Tencent (social).

En canvi, la vocació de les fintechs-startups sol ser la de guanyar valor d'empresa per integrar-se en un grup o corporació en una sort d'inversió industrial a un preu avantatjós per als fundadors de la fintech i en un termini per a la disposició de la tecnologia estratègicament curt per al grup comprador.

Els grups financers amb bancs com a pal de paller mostren estratègia i habilitats en el creixement per M&A. És cert que hi ha hagut fracassos a causa del xoc cultural, a la dificultat de transferència de coneixement en els dos sentits o la falta d'oportunitat en el moment de l'operació, però tot indica que aquesta serà la tendència. Probablement, arribarà primer per les fintechs no lligades específicament al crèdit, sinó per als casos de mitjans de pagament. Després, aquestes operacions es repetiran amb les fintechs relacionades amb crèdit, quan el cost dels diners s'elevi per a tothom (avui els bancs ho tenen més barat que les plataformes de *crowdsharing*) i la demanda de crèdits mostri una mica més d'activitat.

En aquest triangle banca formal, fintechs-startup i fintechs-GAFA, la materialització de la convergència sembla que pot tenir naturalesa diferent. Si bé amb les GAFA apunta a que serà més de competència si entren en el negoci financer, la posició de banca formal amb les fintechs-startups derivarà en acords de col·laboració o compres. Segurament compres com a inversió industrial més que participació financera.

Una altra tendència que es mantindrà és la compra de fintechs de nínxol per les grans companyies tecnològiques, buscant les aportacions complementàries a les habilitats associades al seu *core business*.

6. Conclusions

L'impacte de les fintechs sobre el sector financer serà inesborrable. Són catalitzadores i dinamitzadores del canvi tecnològic i, en menor mesura, del model de negoci en el sector financer. Aquest impacte es materialitzarà en una major tecnificació de tot el sector, sobretot en la relació multicanal, així com en una pressió a la baixa de tarifes i una major rapidesa en el servei.

Els models de fintech són variats. Depenen de l'objecte de la fintech (tècnica, producte, model de negoci). I el seu futur també serà divers. Les fintechs d'un perfil proper a *start-ups* tenen una alta probabilitat de ser adquirides i integrades en grups de banca formal. O, alternativament, poden convertir-se en subministradores de tecnologia provada en termes tècnics i d'adequació al mercat. En aquest apartat, han de ser considerades també les entitats dedicades a integració de comptes, HFT (High Frequency Trading) o PFA/BFA (Personal Finance Advisor o Business Finance Advisor). En ocasions, la història d'algunes fintechs sembla una POC (prova de concepte) abans de ser adquirida i integrada en una gran entitat financera.

La seva permanència al mercat depèn de la continuïtat de dos factors: el preu al que obtinguin els diners els bancs i la diferent regulació.

Les grans entitats que poden desenvolupar activitat financera similars a la banca (com Google, Amazon o AliBaba) ja operen en part com una macrofintech. El seu coneixement del client i la seva extraordinària liquiditat ho suggereixen, però la forta regulació bancària decanta probablement les seves decisions cap a altres negocis més rendibles.

Les fintechs neixen generalment orientades a producte, mentre que les entitats financeres tradicionals estan orientades a client. El seu model de relació ha estat el de banca de proximitat. La crisi i alguns errors han deteriorat -però no destruït totalment- aquesta relació, que algunes entitats estan esforçant-se a rescatar. Els usuaris de serveis financers que es trobin més còmodes en el tracte personal seran recuperats per l'entitat financera.

Els clients de fintech són en general més joves. Els de les entitats tradicionals tenen una distribució més repartida per edats. Recuperar la banca de proximitat real per moure's a la banca de proximitat virtual és el repte que decidirà a mitjà termini al millor posicionat. És per això que els bancs haurien de desenvolupar uns processos de relació "en arquitectura variable", és a dir, adaptant-se a cada segment i a la seva forma d'operar de les persones que l'integren.

Referències Bibliogràfiques

Bank of International Settlements (2017). "Sound Practices: Implications of fintech developments for banks and bank supervisors", Consultive Document.

CAF, Banco de Desarrollo de América Latina (2016). "La revolución de las empresas Fintech y el futuro de la banca", Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva, núm. 24.

Douglas W. A., Barberis, J. y Buckley, R.P. (2016). "The evolution of Fintech a new post-crisis paradigm?, Georgetown Journal of international Law, núm. 47, pp. 1271-1319.

Funcas-KPMG (2017). "Fintech, innovación al servicio del cliente". Informe del Observatorio de la Digitalización Financiera Funcas-KPMG, novembre.

McKinsey Global Banking (2015). "The Fight for the Customer". Annual Review.

Sastre, E i Bonet, L (2015). "El Crowfunding de recompensa cultural en España". Departament de Gestió Cultural, Universitat de Barcelona.

Schueffel, P (2016). "Timing the Beast: A Scientific Definition of Fintech". Journal of Innovation Management, JIM 4, 4, pp. 32-5.

LA DISRUPCIÓN TECNOLÓGICA YA ESTÁ AQUÍ. CÓMO AFECTA A LAS PERSONAS, LOS GOBIERNOS Y LAS EMPRESAS

Ignacio de la Torre, Leopoldo Torralba y Joaquín Rivera
Arcano Partners

Abstract

Ante la disrupción tecnológica en la que nos encontramos, a través de este artículo analizamos el contexto histórico de disrupciones similares para así entender los factores tecnológicos subyacentes que explican la aceleración en la que estamos, exponiendo las diferentes tecnologías que marcan nuestro futuro, la inteligencia artificial ancha y estrecha, la internet de las cosas, *blockchain*, impresión en tres y en cuatro dimensiones y vehículo autónomo. La disrupción provoca importantísimas consecuencias en forma de destrucción de puestos de trabajo y aparición de otros nuevos, lo que convierte a la educación en protagonista absoluta como instrumento de adaptación. Exponemos estos procesos y el futuro previsible. Aunque, en base a la historia, somos optimistas en cuanto a que, a medio plazo, el ser humano será capaz de crear nuevos puestos de trabajo suficientes, la realidad es que, en el período intermedio, la destrucción será más rápida que la creación, especialmente entre las capas de trabajadores menos cualificados y en los países más pobres. Este proceso abre enormes consideraciones sociales que entre todos deberíamos debatir para actuar sobre ellas e intentar minimizar el daño que se generará entre los más desfavorecidos.

A finales de 2017, siete de las ocho empresas de mayor valor en el mundo eran tecnológicas (hace apenas diez años, solo había una entre las... ¡veinticinco primeras!). Cuatro de las siete personas más ricas del mundo son fundadoras de empresas tecnológicas. Compañías de publicidad por internet como Google o Facebook valen solas veinte veces lo que vale la principal red de cadenas de televisión en EE. UU., la CBS. Un gigante de la distribución por comercio electrónico como Amazon vale en bolsa el doble que la red de grandes almacenes Wal-Mart, y quinientas veces lo que vale otro gran distribuidor, Sears. Se fundan continuamente nuevas empresas de tecnología disruptoras y, algunas de ellas, sin ni siquiera cotizar en bolsa, alcanzan valoraciones de más de mil millones de dólares en poco tiempo. Son las conocidas como "unicornios". Hoy en

día existen ya 215, que valen en conjunto unos 747.000 millones de dólares. La empresa de transporte Uber es un "unicornio". Hace poco, ha sido valorada en más de 60.000 millones de dólares, más que el valor de todas las compañías de alquiler de coches juntas. La red para compartir pisos Airbnb, que tan solo tiene ocho años de vida, vale más que el gigante hotelero Marriott, con ochenta años de antigüedad. Recientemente, Softbank lanzó el fondo de *venture capital* "Vision" para invertir en la revolución tecnológica. Tiene la friolera de 93.000 millones de dólares para invertir. Es posiblemente el mayor fondo de capital privado lanzado nunca.

En 1960, la empresa más valiosa del mundo era General Motors, y empleaba a 600.000 personas para ganar unos 7.600 millones de dólares en dinero actual. Hoy en día, la principal empresa en valor es Apple, que gana 84.000 millones de dólares, más de diez veces lo que ganaba General Motors, pero que emplea tan solo a 116.000 trabajadores. En otras palabras, el beneficio neto por empleado de Apple multiplica por 57 el que en su momento generaba General Motors, abriendo enormes interrogantes sobre si en el futuro habrá suficientes trabajos para todos. Como dijo Voltaire, el trabajo nos libra de los tres males peores, "el vicio, el aburrimiento y la necesidad". Podríamos añadir la autoinsatisfacción, pero, si nos preocupa el futuro de los trabajos, deberíamos también preocuparnos de los cuatro males inherentes.

Pero, ¿qué está pasando? La confluencia de una multiplicación en la capacidad de procesar datos con el empleo de algoritmos avanzados que permiten tratarlos está acelerando la disrupción tecnológica. Datos que crecen de forma desenfrenada gracias a la popularización de internet (accesible para la mitad de la población), la accesibilidad a los *smartphones* y los sensores capaces de conectar todo tipo de máquinas a internet. Todo ello constituye el caldo de cultivo de la aceleración de la disrupción tecnológica, proceso que se ha denominado "la cuarta revolución industrial".

La expresión de dicha revolución confluye, entre otras, en cinco tecnologías clave que analizamos en este artículo: la inteligencia artificial (en lo sucesivo, IA) y sus implicaciones robóticas, la internet de las cosas (en lo sucesivo, IoT), el vehículo autónomo, *blockchain* y la impresión en tres y en cuatro dimensiones. Estas tecnologías permiten replantear el futuro de sectores clave de la economía, lo que explica la revolución del *venture capital*, de los "unicornios" y de las enormes empresas tecnológicas cotizadas en bolsa.

Además, la disrupción provoca importantísimas consecuencias en forma de destrucción de puestos de trabajo y aparición de otros nuevos, lo que convierte a la educación en protagonista absoluta como instrumento de adaptación. Este artículo analiza también estos procesos y el futuro previsible. Aunque, en base a la historia, somos optimistas en cuanto a que, a medio plazo, el ser humano será capaz de crear nuevos puestos de trabajo suficientes, la realidad es que, en el período intermedio, la destrucción será más rápida que la creación, especialmente entre las capas de trabajadores menos cualificados y en los países más pobres. Este proceso abre enormes consideraciones sociales que entre todos deberíamos debatir para actuar sobre ellas e intentar minimizar el daño que se generará entre los más desfavorecidos. La tecnología también presentará importantes oportunidades en forma de trabajos más divertidos, mejor remunerados y con jornadas laborales más reducidas. Además, nos permitirá vivir muchos más años con una salud sensiblemente mejor.

Estamos siendo afectados por la nueva enfermedad cuyo nombre muchos todavía no han escuchado, pero de la cual escucharán bastante en los años que vienen: el problema del desempleo tecnológico. Significa el desempleo debido a que el ritmo de descubrimiento de tecnologías que automatizan el uso del trabajo está superando al ritmo con que estamos creando nuevos trabajos. La depresión mundial que nos envuelve, la enorme anomalía de desempleo en un mundo lleno de necesidades, los errores desastrosos que hemos cometido, todos estos factores no nos dejan ver la verdadera interpretación de lo que está pasando debajo de la superficie: la tendencia hacia dónde van las cosas.

Esta frase no es actual. Es de Keynes, en el año 1930. Pero estamos ya ahí, ante un enorme reto que intentamos analizar en este artículo.

1. Introducción

1.1. Perspectiva histórica

Una buena forma de iniciar este artículo y abordar las emociones subyacentes consiste en entender el problema desde una perspectiva histórica... Al observar cómo los problemas que ahora preocupan al ser humano son los mismos desde hace siglos, y cómo la humanidad los ha resuelto exitosamente, se reducirá parte de la ansiedad que genera la incertidumbre tecnológica.

El propio Homero (siglo VIII a. C.), en el canto 18 de *La Ilíada*, ya habla sobre cómo la diosa Tetis se encuentra al dios Hefesto sudoroso, fabricando un carro con ruedas de oro capaz de moverse autónomamente para entrar y salir de la casa de los dioses sin tracción humana o animal, un buen precedente visionario del vehículo autónomo, pero de hace más de 3.000 años. Aristóteles anticipó en su *Política* (350 a. c.) la IA cuando propuso analizar un conjunto de reglas sobre el funcionamiento de la mente para así extraer automáticamente conclusiones racionales. Según el sabio griego, esto podría desembocar en la automatización de tareas, lo que permitiría hacer desaparecer la esclavitud.

La reacción humana ante la industrialización que comenzó en Inglaterra en el siglo XVIII no se hizo esperar. Así, en este país surgieron los luditas, que defendían atacar físicamente las fábricas para evitar "la desaparición del trabajo", de forma que, a principios del siglo XIX (1812), la destrucción de máquinas estaba tipificada como delito que se penaba con la muerte, pena que fue aplicada a varias decenas de personas que habían osado destruir maquinaria fabril.

En cualquier caso, independientemente de las resistencias coyunturales históricas frente al avance tecnológico, este, a largo plazo, siempre ha terminado contribuyendo a elevar sensiblemente la calidad de vida de toda la población, independientemente de su estrato social. Hoy en día, una persona humilde con un *smartphone* en Pakistán –accesible ya por unos treinta dólares– puede tener mucha más información que un presidente de los EE. UU. en 1990. Las consecuencias son muy profundas.

1.2. Aceleración tecnológica

Tenemos la percepción de que las innovaciones tecnológicas crecen a un ritmo desaforado. Tanto, que muchas veces somos incapaces de aprender, ni aprehender, su ritmo ni su impacto. Los ritmos de adopción de tecnologías disruptivas se han acelerado exponencialmente en las últimas décadas. Así, si la introducción de inventos disruptivos como la radio o el automóvil a principios del siglo XX tardaron cerca de 50 años en adoptarse generalizadamente, sin embargo, el uso de internet o los *smartphones* se ha generalizado recientemente masivamente en apenas 5 años.

De hecho, el avance tecnológico imparable se manifiesta inequívocamente en el hecho de que siete de las ocho compañías cotizadas más grandes del mundo están relacionadas con la tecnología. Adicionalmente, de las siete personas

más ricas del mundo según Forbes, cuatro están relacionadas con la tecnología. Por todos estos motivos, creemos que ningún agente económico relevante debería mantenerse al margen de tener un conocimiento mínimo razonable de las implicaciones más relevantes que puede tener el potente avance tecnológico en proceso.

¿Por qué se está acelerando el avance tecnológico? La confluencia de una multiplicación en la capacidad de procesar datos con el empleo de algoritmos avanzados que permiten tratarlos está acelerando la disrupción tecnológica. Así, por ejemplo, el ordenador que permitió llevar la sonda Apollo IX a la Luna en 1969 tenía 12.300 transistores. Un iPhone actual posee 3.300 millones. A esto hay que sumar i) la popularización de internet, que llega ya a casi la mitad de la población mundial y cuyo coste de acceso se ha reducido significativamente; ii) los *smartphones,* disponibles por menos de treinta dólares en países como la India y que permiten a cualquier persona del planeta acceder a más información que el presidente de los EE. UU. en 1990, y iii) los sensores, capaces de conectar todo tipo de máquinas a internet.

2. Descripción de tecnologías disruptivas

En este apartado estudiaremos en detalle tres tecnologías que consideramos esenciales: IA y derivadas, IoT y el vehículo autónomo. Adicionalmente, esbozaremos otras dos tecnologías también importantes, como son *blockchain* y la impresión 3D. Para hacerse una composición de lugar inicial, la prestigiosa consultora tecnológica Gartner actualiza periódicamente la posición en la que se encuentran las principales tecnologías en el denominado ciclo de Gartner (ciclo de vida de las tecnologías). Dicho ciclo presenta cinco fases: i) Lanzamiento, ii) Pico de expectativas, iii) Abismo de desilusión, iv) Consolidación, y v) Meseta de productividad (o adopción generalizada). De las tecnologías que abordamos en el artículo, la mayoría están todavía en fases tempranas del ciclo. Sin embargo, los ciclos son relativamente cortos. Así, IoT y *machine learning* (principal derivada de IA), se espera que alcancen la meseta de productividad en un plazo de 2-5 años, *blockchain* en 5-10 años y la impresión en 4D, así como el vehículo autónomo, en más de 10 años.

2.1. Inteligencia artificial, robótica y macrodatos

La compañía de distribución francesa Carrefour introdujo hace dos años el robot Pepper, para evaluar su utilización a modo de dependiente en sus centros

comerciales, marcando un ejemplo de cómo la robotización basada en IA puede revolucionar los trabajos del mañana.

La IA es la aplicación de sistemas computacionales en máquinas que permiten replicar tareas hasta ahora efectuadas por humanos. Así, por ejemplo, IBM desarrolló la máquina Deep Blue, que derrotó al campeón mundial de ajedrez Gary Kasparov en 1996, y la división de Google enfocada en la IA, DeepMind, desarrolló AlphaGo, que derrotó en 2016 al campeón mundial del juego milenario Go, del que se dice que hay más movimientos que átomos en el universo.

Se distingue entre IA "general" que intenta replicar la inteligencia humana e "IA" estrecha, que se comprende la optimización de tareas sencillas del día a día por parte de una máquina. La IA general está todavía a muchos años (¿diez?) de plasmarse en resultados; sin embargo, la IA estrecha está ya eclosionando.

El proceso de aprendizaje de una máquina puede ser retrospectivo, es decir, analiza el pasado para detectar errores mediante algoritmos computacionales, utilizando distribuciones de probabilidad para realizar asunciones, algo denominado *machine learning.* Actualmente Facebook desarrolla *chatbots* que, gracias a la IA, permiten desarrollar funciones de atención al cliente gracias al análisis de conversaciones anteriores. En cambio, en el denominado *cognitive learning*, el aprendizaje es prospectivo. Gracias a este avanzado método se pueden realizar juicios y percibir conocimiento, y, por ello, tomar decisiones para el futuro, simulando el pensamiento humano y teniendo en cuenta la incertidumbre, pero con la ventaja de haber procesado millones de datos no estructurados.

La utilización del *machine learning* con redes neuronales para así predecir el futuro se denomina *deep learning*. Por ejemplo, los coches autónomos están gradualmente aprendiendo a reconocer obstáculos y reaccionar frente a ellos –un coche sabe que con un semáforo rojo tiene que parar, pero aún no razona que si se ha roto un extremo de un cable, este puede caer en unos segundos, ya que esto implica, precisamente, razonamiento. Para conseguir el razonamiento hace falta que los robots "aprendan" del conocimiento desestructurado relacionando imágenes y consecuencias.

El *big data* o macrodatos es un término que hace referencia a una cantidad de datos tal que supera la capacidad del *software* convencional para ser capturados, administrados y procesados en un tiempo razonable. Emplea diferentes

métodos para su procesamiento. La suma de macrodatos y el poder de procesamiento confieren los ingredientes necesarios para el desarrollo de la IA y la analítica predictiva.

3. Impactos y conclusiones

Los siguientes impactos de la IA y robótica son los más relevantes:

Procesamiento natural de lenguaje: supone, por ejemplo, reconocimiento de voz y escrito para poder realizar instrucciones, traducciones... como los asistentes de móvil Siri o Alexa. Este procesamiento aborda temas muy específicos como puede ser gestionar un *call center* o automatizar la búsqueda de información en litigios civiles.

Visión por ordenador: presenta diferentes aplicaciones como reconocimiento facial, como el recién inaugurado iPhone X, y realidad aumentada, General Electric facilita gafas inteligentes para guiar a sus técnicos en la supervisión de cuadros de mandos mejorando el rendimiento.

Machine Learning**:** se está realizando un esfuerzo significativo en servicios financieros en torno a: el control del fraude y el blanqueo de capitales, el conocimiento del cliente y la gestión de inversiones, también hay un uso creciente en muchos otros sectores en aplicaciones vinculadas a la proyección de ventas, gestión de inventarios o exploración en petróleo y gas.

La economía adoptará la IA y la robótica para automatizar todo tipo de tareas aplicables tanto a tareas de oficinas como a fábricas. Según algunas estimaciones, en pocos años un tercio de la economía de EE. UU. podrá estar automatizada.

Esta gran capacidad de procesamiento supone para grandes líderes tecnológicos como Elon Musk, consejero de Tesla, y Bill Gates, cofundador de Microsoft, un riesgo fundamental para la civilización humana, ya que, de no regularse adecuadamente, robots basados en la IA podrían rebelarse y eliminar a los seres humanos.

Turing, el padre del ordenador, predijo en 1950 con el "test de Turing": "*Existirá inteligencia artificial cuando no seamos capaces de distinguir entre un ser humano y un programa de ordenador en una conversación a ciegas*". Estamos ya

ahí. Se calcula que hacia 2050 un ordenador podrá tener más capacidad de procesamiento que todas las mentes humanas al mismo tiempo.

3.1. Internet de las Cosas (IoT)

Internet de las cosas (IoT) es un concepto introducido, en 1999, por Kevin Ashton del MIT, y se refiere al mecanismo por el que sensores y transmisores están conectados por redes a sistemas informáticos y se comunican entre sí. Estos sistemas permiten monitorizar y gestionar el estado y las acciones de objetos, o incluso seres vivos, que estén conectados y aprender de dicha interconexión. La principal "cosa" sería el *smartphone*, que puede funcionar como monitor principal de dichas interconexiones entre sensores. Un ejemplo sencillo sería la domótica. Una casa conectada inteligentemente podría calentar más las habitaciones en las que detecta presencia humana, aprender pautas de comportamiento para calentar las habitaciones en función de su uso habitual y mejorar así la eficiencia energética. Una variante es la *Internet of me*, que supone que los dispositivos que tengo conectados y que acumulan información sobre mi persona dialoguen entre ellos para facilitar mi vida. Las implicaciones son profundas; por ejemplo, ante un accidente, el escaneo de un código de barras personal permitiría a un hospital acceder a todo mi historial.

Aplicaciones interesantes del IoT serían: i) Hogares: termostatos, climatización e iluminación inteligentes, y seguridad, ii) Transporte: diagnosis preventiva de errores del vehículo, información de navegación y rutas, y seguridad, iii) Comercios: optimización de inventarios, venta cruzada, y productos promocionados en función de perfiles, iv) *Apps* móviles personales: relojes inteligentes que generan información sobre ritmos cardiacos, detección de enfermedades, calidad de sueño..., v) Internet industrial: análisis en tiempo real de procesos para mejora continua, automatización de fábricas, eficiencia de sistemas de *supply chain*, y vi) Ciudades: semáforos, contadores y parkings inteligentes, gestión de tráfico, seguridad...

4. Impactos y conclusiones

Los siguientes impactos del IoT son los más relevantes:

Mejora de salud y esperanza de vida: en el entorno de seres humanos, el valor de IoT viene por la mejora de salud, ya que los dispositivos conectados pueden

"aprender" de nuestros comportamientos y pautas vitales, detectando anomalías en una fase temprana.

Mayor eficiencia fabril: IoT generaría valor por la eficiencia energética y de productividad de la mano de obra, la optimización en mantenimiento de equipos y en gestión de inventarios, y la mejora de salud y seguridad de empleados.

Optimización de ciudades: por las tres vías principales que son transporte (gestión del tráfico), salud / seguridad públicas (menor contaminación por información aportada por sensores) y gestión de recursos (reducción de pérdidas de electricidad en su distribución).

El riesgo más ostensible estriba en la seguridad, ya que la conexión masiva de elementos puede hacerlos muy vulnerables a posibles ataques, como el que sufrieron algunas empresas en 2016. Pero los beneficios supera con creces los riesgos, se han realizado predicciones sobre el potencial impacto económico que podría tener el IoT en 2025, y se señala un rango amplio (pero muy significativo en cualquier caso): entre 3,9 y 11,1 billones de dólares anuales a nivel global.

4.1. Vehículos autónomos

En 2015, la compañía minera Rio Tinto anunció que iniciaba un programa para sustituir los camiones operados en las minas hacia vehículos sin conductor en dos de sus minas de hierro en Australia. La compañía consideraba que la flota autónoma superaba en rendimiento a la flota humana en un 12%.

La tecnología detrás de los vehículos autónomos se constituye en una combinación entre sensores de cámaras en los coches (algo que ya se ha producido, dotándoles de "ojos" con los que poder contemplar otros coches, semáforos, peatones...), y la tecnología LIDAR (que permite a un vehículo emitir rayos y recibirlos para tomar conciencia).

Cabe destacar la distinción entre tipos de coches autónomos en función del grado de involucración de la persona transportada, diferenciando la asistencia en la conducción, ya disponible en muchos coches, o la necesidad de estado de alerta por parte del conductor a un coche totalmente autónomo. Como hemos visto, estamos lejos de que los robots aprendan "sentido común", necesario para que un coche sea totalmente autónomo.

5. Aplicaciones

Las principales aplicaciones del vehículo autónomo son las siguientes:

Transporte de mercancías: en general, la mayoría de los estudios concuerdan en que la principal aplicación a corto plazo del vehículo autónomo será más el transporte de mercancías, área en la que los ahorros de costes pueden ser ingentes. Sin embargo, esto conlleva grandes problemas laborales. Así, sólo en los EE. UU. se calcula que hay unos tres millones de camioneros que, además, mantienen los sueldos más elevados entre posiciones sin titulación universitaria y generan mucho empleo indirecto.

Coche autónomo: hoy en día está teniendo lugar una enorme batalla entre Apple, Uber, Google a través de su filial Waymo, General Motors-Lyft, Ford, Tesla y Daimler por liderar el mercado del vehículo autónomo. Previsiblemente, habrá pocos ganadores, y quizás se produzca el fenómeno de que el ganador se lleve todo el mercado, por lo que la primera empresa que consigue popularizar el coche autónomo es de esperar que provoque una importante disminución de las valoraciones del resto.

6. Impactos y conclusiones

Los principales beneficios de la adopción del vehículo autónomo serían:

- Reducción de la siniestralidad en un 90%, lo que abarataría las primas de seguros y los costes médicos.
- Mejora de la productividad asociada a la capacidad de emplear el tiempo del transporte en el trabajo.
- Reducción del volumen de compraventas de coches (de media, un coche se usa un 3-5% de su vida útil, ya que la mayoría del tiempo está aparcado en un parking, en tanto que los vehículos en economía colaborativa tipo Uber se utilizan cerca de un 60%), lo que provocaría ahorros de costes.
- Mayor eficiencia en los desplazamientos inteligentes de vehículos por el menor tráfico o la mejora de los estacionamientos.
- Mayor amplitud de las ciudades al no ser necesarios tantos aparcamientos.

- Mayor movilidad para gente que hoy en día no puede conducir, como personas de movilidad reducida y ancianos.
- Menor consumo energético.

En general, las ventajas se han llegado a cuantificar en aproximadamente un 10% del PIB, la mitad por mejoras de productividad y la otra mitad por reducción de los costes sanitarios.

Las principales desventajas señaladas serían:

- Disrupción laboral (taxis, camiones, peritos de seguros, hospitales, talleres...), aunque también se crearán nuevos trabajos asociados al tratamiento de los datos de los vehículos autónomos y sus servicios de mantenimiento o talleres, que deberá realizarse en el menor tiempo posible. La economía colaborativa aumentará sensiblemente el uso medio por coche utilizado.
- Riesgos de seguridad cuando los coches estén interconectados, principalmente en el periodo de transición cuando coincidan vehículos autónomos y no autónomos.
- Costes incrementales asociados a la conectividad (cámaras, *gps*...).
- Menor recaudación de los ayuntamientos al poder desaparecer los parkings de superficie y subterráneos.
- Incertidumbre jurídica: ¿quién es responsable de un accidente de un coche autónomo?

Cabe destacar la necesidad de un marco regulatorio adecuado, ya que la adopción avanza rápidamente debido a la confluencia de una serie de factores claves, como el avance de los coches eléctricos, la capacidad y abaratamiento de los sensores, la mejora de la confianza en la conducción autónoma y el aumento de las preferencias por el servicio de movilidad diversa *vs.* la propiedad del vehículo.

No es previsible que la disrupción se acelere hasta antes de 2025. La implantación de los diferentes tipos de coches autónomos divergirá en el tiempo, en el corto plazo solo es concebible la irrupción de coches autónomos en entornos muy seguros y de baja velocidad, como en un campo de golf. Un escenario de disrupción elevada implicaría que, en el año 2030, solo el 15% de los nuevos vehículos serían completamente autónomos.

6.1. Blockchain

Blockchain no es más que un registro de transacciones descentralizado. Es una tecnología que surgió a raíz de la invención del *bitcoin* por una persona anónima que se autodenominó Satoshi Nakamoto. Simplificando mucho la definición, se trata de una tecnología que permite gestionar un registro descentralizado de transacciones de todo tipo, permite la llevanza de un libro mayor a través de internet, encriptado y generando confianza entre las partes, ya que se puede verificar cualquier información. *Blockchain* se caracteriza principalmente por:

- Registrar todas las transacciones en bases de datos distribuidas entre sus participantes (de ahí que la información se pueda verificar fácilmente), prescindiendo de una base centralizada, por lo que no está gestionado ni custodiado por ninguna entidad pública (gobierno), ni privada (banco).
- Permitir certificar en cada momento quién es el dueño de qué, alimentando el proceso con el consentimiento de todas las partes en cada una de las transacciones, e imposibilitando que nadie pueda modificar la información sin el conocimiento o la aprobación de los demás. La seguridad se garantiza empleando un sistema criptográfico avanzado, matemáticas sofisticadas y una elevadísima potencia computacional, permitiendo una gran seguridad, transparencia y trazabilidad.
- Permitir eliminar intermediarios en los procesos, destacando la posibilidad de llevar a cabo los llamados *smart contracts*, que agilizarán los procesos mediante los cuales se generan y autoejecutan contratos a través de un programa (algoritmo) que no requiere la participación en el proceso de los intervinientes, ya que, dada la ocurrencia de algún evento contemplado en el contrato, se detonaría una acción pertinente.

Algunos ejemplos de aplicaciones serían la compraventa de activos financieros y divisas, la optimización en el uso de servidores o licencias de *software* en empresas, la autentificación de identidad, la ejecución de contratos (*smart contracts*), los medios de pago, el registro de la propiedad inmobiliaria o los registros de historiales médicos.

Y algunos impactos relevantes serían la reducción significativa de costes de las transacciones (por menor número de intermediarios, y mayor transparencia y seguridad, destacando sectores como el financiero, inmobiliario o energético),

la reducción de costes del sistema financiero (en ámbitos como *back office*, gestión de fondos o evaluación de riesgos en créditos) o la mejora de la eficiencia de empresas en la gestión de la cadena de suministros (optimización de procesos).

Blockchain presenta una naturaleza disruptiva que está redefiniendo el procesamiento de todo tipo de transacciones. Se ha afirmado que puede ser la tecnología más disruptiva desde la aparición de internet, ya que podría permitir de una forma segura la ejecución de todo tipo de compraventas, y la movilización inmediata de pagos, así como la trazabilidad de todo tipo de información, como la identidad de las personas, los títulos educativos o la verificación de propietarios de una casa. Por otro lado, carece aún de un marco legal y no se sabe si el día de mañana podrá presentar amenazas de seguridad.

6.2. Bitcoin

Bitcoin es la moneda virtual más conocida del mundo, creada en 2008 como respuesta a la impresión masiva de dinero de los principales bancos centrales durante la crisis, que ha impregnado a la economía de un innegable riesgo inflacionario a medio plazo, y que justificaría la búsqueda de monedas refugio, fuera del control (y de los riesgos) de los bancos centrales. A pesar de esta coherente justificación conceptual, que le aporta sostenibilidad y elevado crecimiento potencial futuro, en la actualidad dista mucho de poder competir con las mayores divisas del mundo como medio de pago, siendo sus volúmenes infinitamente inferiores. En muchos casos, y gracias al anonimato garantizado que proporciona la tecnología *blockchain*, se utiliza la moneda como vía de evasión de impuestos y de blanqueo o evasión de capitales utilizada en países con sistemas de gobierno cuestionables, o mayor control de capitales. La criptomoneda presenta una gran volatilidad, en sus inicios su valor era de medio dólar, y alcanzó, a comienzos de 2017, una cotización cercana a mil dólares, llegando a multiplicar veinte veces su valor hasta 20.000 dólares a principios de diciembre y bajar hasta los 13.000 dólares tan solo dos semanas después. Como la oferta es finita, la mayor demanda puede provocar precios irracionales generando burbujas. Aunque el ejercicio es muy complejo, algún analista ha intentado valorar el *bitcoin* concluyendo que estaba sobrevalorado en un 264%.

Desde hace cientos de años los Estados han controlado el suministro de la moneda. El que aparezca una red paralela puede tener consecuencias imprevistas. A medida que sube de precio el *bitcoin,* se deflacta el valor de los bienes que puede adquirir. La deflación puede ser muy peligrosa, como hemos visto

en Japón, y las autoridades la combaten mediante la creación de dinero. Si se pierde este poder, y solo existiese el *bitcoin,* podríamos acabar en una deflación en una situación como la crisis de 2007, evento no programable en un *software*.

6.3. ICO (Initial Coin Offering)

Los ICO son métodos de financiación utilizados por los promotores de proyectos tecnológicos avanzados, asociados a plataformas *blockchain*. La peculiaridad de la inversión en este tipo de criptomonedas reside en que se compran *tokens* (fichas, vales... de uso restringido), a cambio de fondos que financien la puesta en marcha de los proyectos mencionados. El *token* confiere a su poseedor un valor de uso de la plataforma creada, y puede aumentar su valor o porque la plataforma sea tan exitosa comercializándose que el valor de uso suba o porque, siendo exitosa, se exija a los clientes de la misma pagar en *tokens* o simplemente por especulación. En definitiva, los riesgos en este tipo de inversiones son realmente muy elevados y los escenarios, muy binarios (alta probabilidad de perderlo todo, baja probabilidad de ganar muchísimo).

6.4. Impresión 3D y 4D

La industria de la impresión 3D está todavía muy lejos de alcanzar su madurez, pero muestra indicios de que puede allanar el camino para una nueva revolución industrial. Se basa en técnicas de fabricación para crear objetos imprimiendo capas de material basado en modelos digitales. Estas impresoras han utilizado tradicionalmente el plástico, pero ya se están desarrollando otros materiales, como metal y gel, que reducen los costes de producción. La principal disrupción consiste en que, con la impresión 3D, se pueden alterar las líneas de la cadena de suministro existente, lo que podría reducir la dependencia del *outsourcing* y de la mano de obra en países emergentes, y tener profundas consecuencias. Por ejemplo, hoy en día compramos una funda de iPhone fabricada quizás en China a partir de plástico producido con petróleo árabe. En el futuro, podremos imprimir nuestra funda con un material de maíz cultivado en nuestro jardín. El impacto en las exportaciones de manufacturas chinas y de petróleo árabe será profundo.

Se está creando un nuevo nivel de desarrollo denominado impresión 4D, cuya cuarta dimensión es el tiempo, es decir, cambiarán de forma con autonomía y se autoensamblarán, ya hay empresas de infraestructura con propuesta de tuberías programables y adaptables.

7. Impacto sectorial

Habiendo analizado con cierto detalle tres tecnologías disruptivas y considerado otras dos más (*blockchain* e impresión en tres y cuatro dimensiones), aventuramos en esta sección los previsibles impactos que dichas innovaciones podrían suponer para una serie de sectores, así como para el conjunto de la economía.

7.1. Seguros

En seguros de vida, el desarrollo de la IA permitirá a través del reconocimiento facial optimizar los cálculos actuariales, de forma que se pueda precisar mucho la vida esperada de un posible cliente. Por ejemplo, una nueva empresa de los EE. UU., Lapetus, considera que una simple *selfie* puede reemplazar gran parte del proceso médico/actuarial para calcular la esperanza de vida.

En el sector de diversos las aplicaciones también pueden ser relevantes. La IA y el coche autónomo pueden ayudar a eliminar muchas de las tareas asociadas a la gestión de siniestros en motor, lo que permitirá reducir muchos puestos de trabajo. Por otro lado, si la irrupción del vehículo autónomo supone una migración desde el poseer vehículos a alquilarlos en flota, todo hace prever que el sector de motor experimentará una intensa contracción desde su dimensión actual. Además, en el seguro agrícola, se están generando aplicaciones como la de la nueva empresa Aeorobics, que permite mapear el terreno en 3D y controlar la salud de las plantas desde el aire. Por último, el seguro de salud también podría experimentar importantes disrupciones si nos atenemos a impactos que exponemos más abajo para el sector salud (sobre todo el vinculado a la longevidad).

El sector seguros verá cómo su modelo de negocio tradicional puede ser reinventado por la tecnología *blockchain*. Los *smart contracts* agilizarán los procesos, debido a que si ocurriera algún evento contemplado en el contrato, se detonaría una acción pertinente, como pudiera ser la realización de un pago, sin la necesidad de intermediarios.

7.2. Gestión de activos y de patrimonios

El sector de gestión de activos (fondos de inversión, de pensiones...) experimentará también una importante transformación. Desde hace tiempo irrumpieron estrategias cuantitativas para realizar gestiones activas, pero con una

intervención humana limitada. De hecho, BlackRock despidió a más de treinta empleados de los principales fondos de gestión activa. Sin embargo, la adopción de la IA puede suponer un enorme revulsivo para la gestión cuantitativa. Por ejemplo, las técnicas de reconocimiento de imágenes a través de satélite pueden detectar volumen de actividad de contenedores en los puertos más empleados por los fabricantes de componentes de automóviles indios para, a partir de ahí, aprender relaciones entre número de contenedores observables y volumen de facturación esperada por el mercado en las compañías cotizadas, de forma que cuando se detecten variaciones en las imágenes, el motor puede comprar o vender acciones.

En esencia, un algoritmo de *machine learning* es una herramienta dinámica que analiza un gran montante de datos (*big data*), como precios de acciones, patrones meteorológicos, transcripciones de presentaciones de resultados de compañías, comentarios en Facebook o búsquedas en Google, tratando de sacar un patrón de comportamiento que le permita realizar predicciones fiables.

En asesoramiento sobre inversiones, se ha desarrollado la automatización mediante el uso de *robo advisors*, herramientas de gestión de inversiones que diseñan y gestionan autónomamente una cartera financiera de un inversor, normalmente vía asignación de capital entre diversos fondos de inversión perfilados por riesgos y activos. La técnica no es nueva, pero capacidad computacional más potente significa que, quizás ahora, pueda aplicarse a los mercados financieros de manera más eficiente.

7.3. Sector distribución

El sector distribución observará importantes cambios en sus redes de suministro (*supply chain*) a medida que en unos pocos años se popularicen los camiones autónomos. A nivel de cliente final, el uso de robots para ayudar a clientes a elegir productos e informarse sobre ellos ya se está experimentando. No pasará mucho tiempo antes de que los robots y los sistemas informáticos reemplacen a los seres humanos en la gestión del inventario, promoviendo productos, analizando las preferencias de los clientes, facilitando los pagos automáticos, organizando entregas y muchas otras tareas. De hecho, los almacenes de Amazon son un gigantesco campo de prueba: son robots Kiva (capaces de mover 750 kg cada uno) los que manipulan la inmensa mayoría del inventario según se procesan los pedidos.

7.4. Sector legal

La profesión de la abogacía experimentará serias disrupciones a raíz de la automatización, y se ha estimado que casi un cuarto de los puestos de trabajo en el sector corren riesgo de ser automatizados. La IA permitirá optimizar el trabajo ingente que supone el análisis de datos y documentación cuando se genera un caso. En EE. UU., la *startup* Lex Machina cruza datos sobre sentencias judiciales para analizar los casos archivados y examinar aquellos que han tenido éxito en el pasado, reemplazando el trabajo que normalmente realizan abogados, incluso de una mayor cualificación. En la realidad, por supuesto, existen habilidades de muchos abogados cualificados que difícilmente podrán ser reemplazadas por la IA, tales como las relacionadas con el criterio, es decir, cuando el toque humano es imprescindible para tratar de anticipar la reacción de un jurado.

En ámbitos de procesos externos, los *smart contracts* presentan un gran potencial en lo que a contratación internacional se refiere. Sus códigos informáticos permitirán la articulación automatizada de las diferentes fases de contratos complejos, en base a criterios objetivos previamente acordados por las partes. Las consecuencias disruptivas de *blockchain* afectarán también al funcionamiento del sistema jurídico en toda su extensión. Un sistema descentralizado implica no estar sometido a una jurisdicción concreta, lo que puede abrir enormes interrogantes legales sobre qué legislación aplicar.

En el derecho de patentes, la revolución asociada a la IA está siendo completa. Se calcula que más de tres cuartas partes de los litigios sobre la materia son resueltos por algoritmos, muchos de ellos a través de eBay.

7.5. Sector de la salud

El análisis y procesamiento de complejos y cuantiosos datos médicos convierten también a este sector en uno de los más afectados por la introducción de la AI, del IoT y del *blockchain*.

En conjunto, el IoT y específicamente la *Internet of me* podrán acceder constantemente a datos gracias a los diferentes dispositivos (*wearables*), como pueden ser el reloj iWatch y una camiseta que reacciona frente a los primeros síntomas de ataque al corazón. Otro ejemplo, ya en marcha, es la atención a las personas diabéticas, de tal modo que un pequeño aparato mide la cantidad de azúcar en la sangre, de manera que, según el nivel observado, o bien direc-

tamente marca una recomendación del tipo "beber dos vasos de agua", "caminar un kilómetro"... o bien permite ponerse en contacto con un centro médico si observa una cierta gravedad. El *blockchain* procesará y analizará de manera más eficiente esta ingente cantidad de datos, proporcionando la facilidad de que todos los hospitales del mundo puedan acceder a estas bases descentralizadas, y lean una cadena (historial médico) al instante. Además, como hemos visto, la irrupción del vehículo autónomo podría suponer una importante reducción de gastos médicos por el previsible menor número de accidentes.

Una de las partes más tecnológicas de la casa del futuro será el inodoro, que recogerá muestras de orina tres veces al día y podrá detectar con antelación cualquier anomalía. Será muy útil, en especial, para la detección temprana del cáncer.

Se espera también que en los próximos años haya avances notables en lo que a longevidad se refiere. Una vez que la tecnología lo permita, no es ciencia ficción pensar en un control sobre la longevidad. La diferencia cromosómica del ser humano con el chimpancé es solo de un 1%, mientras que existe gran diferencia en longevidad e inteligencia entre ambos.

La parte negativa de implantar estos sistemas es la incertidumbre que aún existe respecto a la protección garantizada de nuestra privacidad e intimidad. Nuestros registros de salud albergan algunos de los detalles más sensibles acerca de nosotros, desde el abuso de alcohol o drogas a las enfermedades de transmisión sexual o detalles de abortos.

7.6. Sector inmobiliario

Otro sector en el que podría haber derivadas significativas por la adopción generalizada del vehículo autónomo sería el inmobiliario. Por una parte, podría fomentar residir en viviendas más alejadas de los centros urbanos, por cuanto la experiencia diaria del transporte no sería tan molesta. Por otro lado, la optimización del tiempo de uso de los vehículos, que estarían casi todo el tiempo circulando, podría liberar mucho espacio de estacionamiento necesario en las ciudades.

La irrupción del comercio electrónico ya está suponiendo el cierre de locales comerciales, y esta tendencia se agudizará. Sin embargo, también incrementará la necesidad de centros logísticos (para almacenaje y transporte de los bienes).

La tecnología *blockchain* también tendrá su impacto en el sector. Así, cuando consigamos contabilizar o registrar todos los inmuebles del mundo con una red descentralizada, cualquiera podrá conocer quiénes han sido los propietarios anteriores de un edificio y en qué precios se ha comprado y vendido en transacciones pasadas. Sabremos a qué empresas se ha alquilado un determinado inmueble y dispondremos de un histórico con los precios de arrendamiento.

El IoT también tendrá un impacto en el mantenimiento preventivo del sector inmobiliario, cuyo coste ha sido tradicionalmente muy elevado. Con IoT se podrán instalar sensores inteligentes conectados a la red que puedan desde analizar el estado de los activos hasta predecir catástrofes. Las oficinas están muchas veces sujetas a normativas que les obligan a reducir las facturas energéticas. IoT permite tomar datos y diagnosticar en tiempo real el rendimiento energético.

7.7. Sector transporte

La irrupción del vehículo autónomo y eléctrico tendrá un impacto muy relevante en el sector de transporte. De media, empleamos el coche menos de una hora, de las veinticuatro que tiene un día. Un sistema de economía colaborativa con coches autónomos debería ser capaz de ofrecer soluciones de transporte mucho más seguras y baratas, en parte debido a la mayor eficiencia en el uso del vehículo. De aquí se deduce que podría reducirse la demanda de coches. En EE. UU. ya se ha comenzado a notar la caída en la venta de coches a medida que se ha popularizado Uber, y eso a pesar de la bonanza del consumo y del mercado laboral.

7.8. Sectores de medios, defensa y auditoría

Sector de medios y de ocio: hemos visto cómo diversas crónicas periodísticas son escritas directamente por robots. AP por ejemplo automatizó la redacción de artículos sobre resultados de compañías, lo que permitió multiplicar por quince su producción. Mientras, la publicidad se ha concentrado en los gigantes *online* que manejan datos. Además, tendremos más tiempo para ocio, lo que debería beneficiar al sector. Liberando 75 millones de horas de tiempo de conducción o 6-7 horas por semana por conductor, se estima que el consumo de medios podría aumentar materialmente.

El sector defensa centra sus investigaciones en la IA, aplicable a la ciberguerra, pero también al vehículo autónomo. Así, las funciones logísticas de los ejércitos cambiarán a medida que se popularicen los camiones autónomos.

Respecto al sector de auditoría, entre los meticulosos trabajos de los auditores júnior está el comprobar una parte del inventario de una fábrica con papel y lápiz para, a partir de ahí, realizar extrapolaciones. Por ello, las grandes auditorías están desarrollando nuevas tecnologías, con el objeto de realizar estas labores de manera más eficiente y sobre una cantidad mucho mayor de datos tratados por algoritmos (por ejemplo, el sistema Halo de PwC). Ya están implementando el reconocimiento de imágenes a través de drones para contabilizar.

8. Impactos económicos y sociales de la disrupción tecnológica

Recientemente, la prensa señalaba cómo Japón –afectado por la deflación crónica aunque comenzando a ver la luz al final del túnel– había observado que, a la hora de estabilizar precios, la popularización de Amazon estaba resultando en una guerra de descuentos que volvía a ensombrecer la evolución de los precios. Esto nos plantea un ejemplo sencillo de cómo la disrupción tecnológica está afectando a variables económicas muy relevantes para la política monetaria.

Son quizás cuatro los principales aspectos ligados a la disrupción tecnológica, la economía y la sociedad: la desaparición de trabajos y creación de nuevos puestos, el crecimiento de la productividad, el impacto en la educación y el efecto en la desigualdad. Analicemos cada uno de ellos.

8.1. Desaparición de trabajos

Dice Voltaire que el trabajo nos salva de los tres males mayores: el aburrimiento, el vicio y la necesidad. En 1900, el 40% de la población de los EE. UU. se empleaba en agricultura, con la aparición del tractor como máquina sustitutiva de la mano de obra humana, los agricultores reaccionaron naturalmente con miedo respecto a lo que sus puestos de trabajo se refiere. Poco a poco, las familias de la agricultura fueron pivotando su percepción del mercado laboral de la mano de la educación. Hasta llegar actualmente a que tan solo el 2% de la población americana esté empleada en la agricultura y el paro esté en mínimos históricos. Evidenciando que el ser humano a largo plazo se adapta a los cam-

bios. Pero ante la gran disrupción tecnológica que tenemos por delante las dos mayores incógnitas a analizar son, a) ¿se crearán nuevos trabajos en una proporción igual a los trabajos destruidos?, y b) ¿será la velocidad de destrucción igual a la velocidad de creación?

Nuestra impresión es que la respuesta a la primera pregunta será sí. Por ejemplo, hemos visto cómo el comercio electrónico está provocando el cierre de numerosas tiendas en EE. UU. Sin embargo, en agregado, los últimos años se han creado más trabajos en comercio electrónico que los destruidos en tiendas. Sobre la segunda pregunta, nuestra impresión es que la respuesta es no, por lo que estaremos ante el paro tecnológico durante un tiempo, como ya avanzó Keynes. Así, siguiendo el ejemplo, en comercio electrónico se requiere un empleado para generar un millón de ventas, en tanto que en el sector tradicional se requieren entre 5 y 10 empleados. Por lo tanto, lo peor puede estar por llegar. Mientras, se crearán miles de empleos en áreas como seguridad de IoT, programadores y controladores de robots.

El porcentaje del número de puestos en peligro es objeto de debate. Las hipótesis más agresivas hablan de un 47%, y otras más conservadoras (OCDE), de un 9%. En cualquier caso, estamos hablando de decenas de millones de trabajos, y en general el riesgo será mayor entre la gente con menor nivel educativo, en donde los porcentajes de desaparición serán mayores, lo que abre enormes consideraciones sociales.

Los trabajos más susceptibles de ser automatizados, que son aquellos en los que la jornada laboral se basa en tareas repetitivas y previsibles, correrán mayor peligro, y esto afecta tanto a puestos de oficina como a trabajos manuales. Por otro lado, más de un 60% de las ocupaciones poseen un 30% de tareas automatizables, conviene hablar no solo de desaparición y creación de trabajos, sino de transformación. Haremos cosas distintas y más divertidas, requiriendo la creatividad y liberando las tareas más mecánicas a las máquinas. Ejemplo de ello fue la irrupción de los cajeros automáticos, a medida que fueron en aumento, muchos banqueros trasladaron su labor que se ceñía a entregar el dinero a depositantes a vender fondos de inversión, un trabajo con un requerimiento educacional mayor, también aumentaron las sucursales y con ello el número de empleados.

Ante las incertidumbres asociadas al "paro tecnológico", mucho se ha escrito últimamente respecto a una posible medida mitigante del riesgo para amplias capas poblacionales: la instauración de la denominada renta básica universal,

en la que actualmente surgen muchos interrogantes entre los que destacan su financiación y el impacto real en la fuerza laboral.

En cualquier caso, el proceso de cambio hacia trabajos más tecnológicos será gradual, y la clave consiste en adaptarse a dicha gradualidad de la mano de la educación.

8.2. Productividad

Uno de los grandes dilemas que ocupan a los economistas estriba en por qué, a pesar de la revolución tecnológica, el crecimiento de la productividad está siendo muy decepcionante, apenas crece un 0,5% anual en muchas economías occidentales, cuando hasta mediados de los 70 el crecimiento se situaba en el 2%. Se ha planteado que quizás esta paradoja se explique porque las estadísticas no recogen bien la medición de la innovación tecnológica. También que, a medida que ha crecido el sector servicios, se vuelve más difícil ganar eficiencia frente al sector industrial, y la polarización entre empresas grandes muy eficientes y empresas pequeñas menos eficientes.

Los cálculos tanto de PIB como de productividad están basados en el gasto efectuado (la demanda), no en la mejora de la calidad de vida generada o en el incremento de capacidad productiva. Por ejemplo, la economía colaborativa (Uber, Airbnb) aumenta la oferta (capacidad instalada) de servicios disponibles para el consumidor, pero su uso no afecta a las estadísticas vinculadas al PIB o productividad. La automatización puede aportar en los próximos 50 años entre un 1% y 2% de crecimiento anual de productividad a la economía, dado que se espera que es ahora cuando la tecnología comience a aplicarse a sectores más tradicionales y así aumente la productividad de la economía real, lo que podría plantear implicaciones muy positivas para el crecimiento económico futuro. La clave, por lo tanto, no es la innovación sino la adopción de las tecnologías, y hoy estas se adoptan cada vez más rápidamente.

8.3. Desigualdad y salarios

La tesis más extendida es la de que la irrupción tecnológica favorece al capital frente al trabajo, por lo que las desigualdades aumentarán. Desde el inicio del siglo XXI en E.E. UU. se muestra un descenso continuo de la remuneración del peso del factor trabajo frente al factor de capital, aumentando por lo tanto las desigualdades. Según la curva de Phillips, este hecho no debería haberse producido en momentos en los que el paro estuviera en niveles reducidos, ya que

esto implica un mayor poder negociador de los empleados y las consecuentes presiones salariales (y así inflacionarias). Sin embargo, llevamos bastante tiempo observando cómo el paro en EE. UU. se sitúa precisamente cerca de mínimos históricos y, sin embargo, la inflación no termina de acelerar ni consolidar los niveles objetivo de la Fed al 2%. Estos fenómenos indican que podría estar rompiéndose la efectividad de la curva de Phillips, de tal modo que las tasas reducidas de paro ya no presionan al alza la inflación como antes. Y precisamente este efecto puede estar produciéndose por la tecnología, incrementando esta la oferta de factores productivos sustitutivos de mano de obra, y reduciendo así el poder negociador laboral.

En cualquier caso, si la irrupción tecnológica supone incrementos de productividad, el crecimiento económico asociado a largo plazo se traducirá en reducciones generalizadas de desempleo y aumentos de salarios, lo que tenderá a disminuir la desigualdad. Es cierto que muchos empleos desaparecerán, pero otros muchos aparecerán. No obstante, existen riesgos nada desdeñables de que esta transición tenga una duración superior a la deseada, superando durante unos años el ritmo de despidos al de la creación de nuevos trabajos. La clave, por lo tanto, para un mundo sostenible, estriba en un buen sistema de educación a lo largo de la vida de una persona.

Con todo, es cierto que la disrupción en el mercado laboral se centrará entre la gente con menor nivel educativo e ingresos, lo que podría empeorar los niveles de desigualdad, y por lo que se hacen necesarias también políticas preventivas.

8.4. Educación

El World Economic Forum (WEF) publicó un informe en enero de 2016 (*The Future of Jobs*), asociado a la tipología de empleo que se va a demandar en los próximos años. Aunque las cifras muestran que, aparentemente, en el quinquenio 2015-20 van a destruirse muchos más empleos de los que se van a crear, se debe en parte a que, hoy en día, todavía no se han hecho estimaciones de la evolución de los nuevos puestos que seguro surgirán con el avance tecnológico.

La corriente general es que el avance tecnológico va a afectar de manera disruptiva de tal modo que, en muchas industrias y países, las especialidades más demandadas actualmente no existían hace cinco o diez años, mientras que el 65% de los niños que están entrando ahora en la enseñanza primaria tendrán trabajos que hoy en día no existen.

Como ejemplo paradigmático, los primeros surtidores automáticos en las gasolineras surgieron en 1964, y produjeron un fuerte desplazamiento de mano de obra hacia otras tareas, tales como pequeñas tiendas en las mismas gasolineras. La disrupción provocó que una generación de empleados que surtían de gasolina a los coches fuera arrasada, pero la automatización de dichos empleos mostró a mucha gente que confiar en este tipo de trabajo no es una buena idea desde el punto de vista de la sostenibilidad. Esta idea caló en la sociedad estadounidense, y muchos padres se convencieron de la idoneidad de enviar a sus hijos a la universidad. Mientras, en 1970, solo el 14% de los hombres y el 8% de las mujeres detentaban licenciaturas, en 2015 estas ratios habían subido al 32% en ambos sexos. Por lo tanto, a lo largo del tiempo, Estados Unidos derivó varios cientos de miles de personas que podrían pensar en desarrollar trabajos en gasolineras hacia otra tipología de empleo a través de la educación, lo que aportó mayor valor a la sociedad (y a sus bolsillos). He aquí el claro ejemplo de la importancia de la educación como mecanismo fundamental de adaptación al cambio tecnológico.

9. Conclusiones e implicaciones de inversión

En los últimos tiempos, muchos economistas y banqueros centrales se han frotado los ojos sin entender por qué las bajadas de desempleo no se están traduciendo en mayores salarios, algo esperable según una ley clásica de la economía, la ley de Philips. Quizás la disrupción tecnológica analizada en este artículo nos explique cómo el desplazamiento de trabajadores por robots esté provocando un exceso de oferta en el mercado laboral dispuesta a trabajar por precios menores, de lo que resultan salarios que siguen en retroceso como porcentaje del PIB en muchas economías mundiales; luego no es un fenómeno asociado al libre comercio, ya que no comerciamos con Marte. Casi con total seguridad es una consecuencia de la robotización. Como, mientras, los precios de bienes básicos como la vivienda siguen subiendo muy por encima de los salarios, se abre un enorme interrogante sobre las consecuencias políticas de este entorno.

Ante la acelerada concatenación de innovaciones tecnológicas que nos rodean durante los últimos años, los agentes económicos tendemos a experimentar sentimientos de desconocimiento e incertidumbre que derivan muchas veces en miedo. Y es cierto que, históricamente, el avance tecnológico ha provocado tanto decepciones, por no responder al final a las elevadas expectativas puestas, como recelos en las poblaciones, que en algunos segmentos ocupacionales han sentido en sus carnes reducciones de empleo relevantes.

Sin embargo, estamos en un momento histórico en el que la probabilidad de impactos realmente significativos de las nuevas tecnologías es muy elevada, por cuanto han coincidido en el tiempo unas ganancias muy relevantes en capacidad de captación, almacenaje y análisis de ingentes cantidades de datos, todo ello de una forma muy asequible económicamente, y aderezado con la enorme capacidad existente de conectividad en las redes (internet, entornos abiertos, generalización de *smartphone*s...). Y cuando se producen tantos grandes desarrollos tecnológicos en relativamente poco tiempo, los efectos, una vez diseminados masivamente, pueden llegar a ser exponenciales.

La ley de Moore afirma que el poder de computación se duplica cada 18 meses, por lo que pronto un ordenador superará la mente humana. Pero las empresas muestran mayor resistencia al cambio tecnológico que las personas, lo que hace necesario que acometan la transformación digital, que consiste en adaptarse al cliente mediante la transformación de modelos de negocio, de producto, y la manera de trabajar, optimizando procesos gracias a la automatización y las tecnologías. Las compañías que acometan esta transformación digital de manera prematura y exitosa tendrán una ventaja competitiva tremendamente diferencial. La competencia que mata es aquella que no se parece a ti en nada...

Por otro lado, los recelos mencionados de las sociedades ante el avance tecnológico deberían verse muy mitigados por la evidencia aplastante de que, a largo plazo, sus efectos siempre han sido realmente positivos para el mundo en general. Aunque sus beneficios se hayan esparcido desigualmente, la práctica totalidad de las poblaciones se han visto favorecidas por claras ganancias de calidad de vida. Naciones Unidas estima que la pobreza global se ha reducido más en los últimos 50 años que en los 500 anteriores.

Existen tecnologías más reseñables, tanto por sus mayores impactos potenciales como por su adopción generalizada prevista de manera más próxima en el tiempo (IA y automatización / *big data*, IoT, vehículo autónomo). Aunque en todos los casos estamos en un momento de fase temprana de adopción, teniendo en cuenta sus potencialidades, los avances están siendo muy rápidos desde hace tiempo y cada vez más extendidos transversalmente entre industrias. Ante los indudables beneficios de la tecnología, esta está para quedarse, aunque todavía pasarán unos años (5-10..., dependiendo la tecnología) para que estén plenamente adoptadas y los impactos plasmados en proporciones elevadas. Prueba de la futura adopción es el cambio de actitud de los gobiernos ante la revolución tecnológica, con una mayor tendencia hacia la regulación del sector.

Ante la ganancia de eficiencia de las compañías que implementen las nuevas tecnologías, en muchos casos las máquinas y los sistemas sustituirán a las personas, provocando reducciones de empleo temporalmente en muchas ocupaciones e industrias (fenómeno transversal). Aunque también surgirán otros muchos empleos diferentes, como en todas las revoluciones tecnológicas, en algunas poblaciones pueden tardar más de lo tolerable, generándose potencial y transitoriamente algunas tensiones sociales. A largo plazo, la productividad deberá crecer estructuralmente más de lo esperado, lo que provocará una reducción de desigualdades sociales al beneficiarse capas poblacionales crecientes de ganancias salariales vinculadas. A corto plazo, sin embargo, la transición entre destrucción de "viejos" empleos y creación de "nuevos" puede ser superior a lo deseable, afectando negativamente a la desigualdad. En cualquier caso, la educación se antoja como herramienta indispensable para mitigar los factores sociales negativos asociados al proceso de cambio –la formación continua adaptada al mismo es esencial para captar el máximo beneficio.

Ante este entorno de avance acelerado tecnológico, enumeraremos una serie de implicaciones vinculadas a la inversión:

- Por el lado microeconómico, gran parte de la inversión tecnológica canalizada a través de fondos de *Venture Capital* (VC) se ha dirigido a compañías de tecnología. Pero lo relevante aquí es considerar la pequeña porción que se canaliza hacia empresas no tecnológicas, segmento donde se abre una gran oportunidad. En cualquier caso, el VC es la mejor manera de tener exposición directa al avance tecnológico, siendo muy importante saber discernir adecuadamente entre gestoras. El mundo del capital riesgo se caracteriza por la elevada dispersión de la calidad de gestión entre todo el elenco de gestoras existentes.

- Respecto a la macroeconomía, creemos que los avances de la productividad pueden ser a futuro, estructuralmente, claramente superiores a los modestos ritmos actuales (en torno al +0,5% en países desarrollados). Este hecho debería incrementar los crecimientos reales del PIB (netos de inflación) y con ello los tipos de interés reales, aunque estos también serán impulsados por otros motivos. Y ambos escenarios no están siendo contemplados por el consenso del mercado (una subida de tipos podría provocar una caída de los mercados financieros por menores valoraciones asociadas de los activos).

- Además, conviene reseñar que los efectos del desarrollo tecnológico no serán los mismos en todos los países, de manera que habrá algunos que

estarán más expuestos a dichos efectos. Por ejemplo, los países emergentes, más intensivos habitualmente en mano de obra, pueden verse negativamente afectados por la pérdida de su enorme ventaja competitiva de salarios muy reducidos, si la robótica e IA aumentan la eficiencia de las máquinas de manera significativa.

Finalmente, como se dice, "lo más importante es que lo más importante sea lo más importante". Habiendo analizado la disrupción tecnológica, no cabe sino llamar la atención sobre la enorme responsabilidad que nos atañe a todos para ser solidarios y poder paliar las consecuencias negativas que la disrupción pueda generar entre los segmentos de población más débiles. Deberemos favorecer dos factores clave:

- Incentivar en la medida de lo posible un sistema educativo que sea capaz de responder adecuadamente a las demandas asociadas al rápido avance tecnológico. Tendremos que plantearnos diariamente las siguientes preguntas "¿cómo educamos a nuestros hijos?" y "¿cómo reeducamos a nuestros mayores?".
- Frente a la posible confirmación de pérdida significativa de empleo por las nuevas tecnologías y el esperado aumento de la desigualdad de rentas entre los dueños del capital tecnológico y las personas que pierdan sus puestos de trabajo, el gobierno deberá mitigar el posible descontento social transitorio, por ejemplo, diseñando sistemas fiscales y ayudas temporales bien enfocadas que puedan reducir las desigualdades excesivas. O implantando la Renta Básica Universal, aunque por ahora parece muy difícil una implementación realista desde el punto de vista económico. En cualquier caso, cabe mencionar que podrían utilizarse los ahorros para las arcas públicas generados por la tecnología (como la reducción de accidentes por el vehículo autónomo) para financiar cualquier tipo de ayuda.

Comenzábamos este artículo exponiendo el trasfondo histórico de la disrupción tecnológica. Ya en 1931, Einstein, se hacía eco del posible impacto que tendrían los robots en nuestras vidas futuras cuando afirmaba que las tecnologías destinadas a servir al progreso del mundo, liberando a la humanidad de la esclavitud del trabajo, estaban a punto de abrumar a sus creadores.

Del mismo modo, el genio de Leonardo da Vinci, ya en el siglo XVI, fue capaz de visionar robots y vehículos autónomos, visiones que se están haciendo realidad en los siglos XX y XXI. En la misma época, brilló también el genio de Miguel

Ángel, que pintó la Capilla Sixtina, en el Vaticano. En el punto central de su grandioso fresco, el ser humano y Dios se acercan juntando sus índices. Quizás el genio de Da Vinci y el de Miguel Ángel también trascendió al arte y se pudo reflejar y anticipar cómo este acercamiento se aceleraría con la revolución de la tecnología: el hombre comienza a jugar a ser Dios.

Ya veremos cuáles son las consecuencias.

Referencias bibliográficas

Agnes Audier (2017). *"The BIM Revolution Comes to Building Materials".* Boston Consulting Group.

Ali, R., Barrdear, J., Clews, R. y Southgate, J. (2014). *"Innovations in Payment Technologies and the Emergence of Digital Currencies"*. Londres. Banco de Inglaterra.

Arntz, M., T. Gregory y U. Zierahn (2016). "*The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*". Paris. OECD Publishing.

Bronwyn H. Hall (2011). *"Using Productivity Growth as an Innovation Indicator"*. University of Maastricht.

Bridges, Rutt. (2015). *"Driverless Car Revolution: Buy Mobility, not Metal".*

McKinsey Global Institute (January 2017). "*A future that works: Automation, Employment and Productivity".* McKinsey & Company.

BlackRock (2014). *"Interpreting Innovation: Impact on Productivity, Inflation & Investing".* Nueva York. BlackRock.

Carl Benedikt Frey† y Michael A. Osborne‡ (2013). "*The future of employment: how susceptible are jobs to computerization".* Oxford Martin School.

Carl Benedikt Frey (2016). *"Technology at Work v2.0. The Future is Not What It Used to Be".* Citi GPS: Global Perspectives & Solutions.

Columbus, L. (2015). *"2015 Roundup of 3D Printing Market Forecasts and Estimates".* Forbes.

Daniel Arias (2015). *"Disruptive Innovations III Ten More Things to Stop and Think About"*. Citi GPS: Global Perspectives & Solutions.

Dale-Johnson, D., Ph. D. y Melton S. (2016). *"Impacts of Autonomous and Driverless Cars on CRE"*. Naiop Development Magazine.

Detlev Mohr (January 2016). *"Automotive revolution – perspective towards 2030"*. McKinsey & Company.

Despeisse, M. y Ford, S. (2015). *"The Role of Additive Manufacturing in Improving Resource Efficiency and Sustainability"*. University of Cambridge.

EY (2016). *"Internet of Things – Human-machine Interactions that Unlock Possibilities"*. EY.

Fortune Magazine (Abril 2017). *"Is This Tiny European Nation a Preview of Our Tech Future?"*. Finance Yahoo.

Francesco Bogliacino (2009). *"The Impact of Innovation on Labour Productivity Growth in European Industries: Does it Depend on Firms' Competitiveness Strategies?"*. JRC Technical Notes.

Frey, C. B. y Osborne, M. (2013). *"The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerization?"*.

GMO (2017). *"The Deep Causes for Secular Stagnation and the Rise of Populism"*.

Goldman Sachs (2015). *"Emerging Theme Radar"*. Goldman Sachs.

Haskell Garfinkel - DeNovo (2016). *"FinTech ReCap and Funding ReView"*. PWC.

Hills, J. (2016). *"How Self-driving Cars Will Transform Real Estate"*. Real Estate Business.

Jason Furman (2016). *"Artificial Intelligence, Automation, and the Economy"*. Executive Office of the President of the United States of America.

James Bozin (2017). *"Is universal basic income a good idea?"*. Wharton University.

KPMG (2017). "The Pulse of FinTech".

Lauslhati, K., Mattila, J., Seppala, T., ETLA (2017). *"Smart Contracts – How will Blockchain Technology Affect Contractual Practices?"*. The Research Institute of the Finnish Economy.

Maney, K. (2016). *"How Artificial Intelligence and Robots Will Radically Transform the Economy"*. Newsweek.

Maney, K. (2016). *"How Technology Will Solve the Planets Hardest Problems"*. Newsweek.

Mauldin, J. (2017). *"When Robots Take All of Our Jobs, Remember the Luddites"*. Mauldin Economics.

McKinsey Global Institute (June 2015). *"The internet of things: Mapping the value beyond the hype"*. McKinsey & Company.

McKinsey & Company (2013). *"Disruptive Technologies: Advances that Will Transform Life, Business, and the Global Economy"*. McKinsey & Company.

McKinsey & Company (2015). *"The Internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype"*. McKinsey & Company.

McKinsey & Company (2016). *"Automotive Revolution – Perspective towards 2030"*. McKinsey & Company.

McKinsey & Company (2017). *"A Future that Works: Automation, Employment and Productivity"*. McKinsey & Company.

Morgan Stanley (2013). *"Autonomous Cars: Self-driving the New Auto Industry Paradigm"*. Morgan Stanley.

Mironov, V., Boland, T., Trusk, T., Forgacs, G. y Markwald R. R. (2003). *"Organ Printing: Computer-aided Jet-based 3D Tissue Engineering"*. Trends in Biotechnology.

Nakamoto, S. (2008). *"Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System"*. Satoshi Nakamoto.

Pew Research Center (2017). *"The Internet of Things Connectivity Binge: What Are the Implications?"*. Pew Research Center.

PWC (2016). *"Service Robots: The Next Big Productivity Platform"*. PWC.

Ravi Shanker (November 2013). *"Autonomous cars – self driving the new auto industry paradigm"*. Morgan Stanley.

RCLCO (2015). *"A Driverless Vehicle Roadmap for the Real Estate Practitioner – Part 2"*. RCLCO.

Shushanik Papanyan (June 2017). *"Cuando los robots lo hacen todo y el ocio es obligatorio: No durante otros 100 años"*. Madrid. BBVA Research.

Santander (2015). "The FinTech 2.0 Paper: Rebooting Financial Services".

Schubert, C., Van Lavengeld y M. Donoso, L.A. (2013). *"Innovations in 3D Printing: a 3D Overview from Optics to Organs"*. British Journal of Ophthalmology.

The Boston Consulting Group (2016). *"Digital in Engineering and Construction"*. The Boston Consulting Group.

The Boston Consulting Group (2017). *"A CEOs Guide to Leading Digital Transformation"*. The Boston Consulting Group.

Ventola, C. L. (2014). "*Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses" US National Library of Medicine, National Institute of Health*". National Institute of Health.

Weller, Ch. (2015). "*Economic Perspectives on 3D Printing*". International Journal of Production Economics.

Wohler Associates (2017). "*Informe Wohler 2017*". Wohler Associates.

World Economic Forum (2016). "*The Future of Jobs – Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*". World Economic Forum.

THE VALUE OF THE DISTANT FUTURE: DISCOUNTING IN RANDOM ENVIRONMENTS

Jaume Masoliver
Department of Condensed Matter Physics
and Institute for Complex Systems, University of Barcelona

Abstract

We analyze how future costs must be balanced against present costs. This is traditionally done using an exponential function with a constant discount rate. The choice of discount rate can dramatically effect the question on what is the value of the future. This is specially critical for environmental problems such as global warming, and it has generated a controversy as to the urgency for immediate action (Stern, 2006; Nordhaus, 2007a,b). We briefly review the issue for the nonspecialist and take into account the randomness of the economic evolution by studying the discount function of three widely used processes for the dynamics of interest rates: Ornstein-Uhlenbeck, Feller and log-normal. We also outline our previous empirical survey on 14 countries over time spans ranging up to more than 300 years We estimate the parameters of one of the models studied (the Ornstein-Uhlenbeck process) and obtain the long-run discount rate for all these countries. The long-run discount obtained for stable countries (countries that have not suffered periods of destabilizing inflation) supports the low discounting rate proposed by Stern (2006) over higher rates that have been advocated by others (Nordhaus, 2007a,b).

I. Introduction

One important quantitative procedure in economics and finance is that of "discounting". This process tries to answer a key question: How can we value the future? The discounting mechanism weights the future relative to the present and the weighting method is carried through a discount function which usually takes the form of a decreasing exponential (Samuelson, 1937). Indeed, under a steady rate of interest r, a dollar inverted today, at time $t = 0$, will yield e^{rt} at time $t > 0$. That is to say, a dollar in any future time t is worth e^{-rt} today.

In this simple example r is fixed but in practice rates are uncertain and it is not realistic to represent discounting by a deterministic function of time such as the decreasing exponential with a fixed rate and some kind of average over all possible interest rate paths must be taken. Before developing these ideas, let us remark that the problem of discounting shows its great importance not only in finance but in long-run environmental planning (Dasgupta, 2004). Indeed, and assuming again a steady rate of interest, an environmental problem that costs X to fix at time t in the future is equivalent to an investment of $e^{-rt}X$ today. Thus if r is substantial, any benefit at some

distant time would justify a negligible investment now. Letting interest rates to be a proxy for economic growth, a different version of the above argument is that technologies in the future will be so powerful that they will overshadow anything we can achieve with present day technology. In this sense it is more rational to follow policies fostering economic growth than try to combat global warning now.

Remaining within long-run discounting, it is no surprise that the choice of a discount rate has vast consequences and is the object of intense debates and contradictory estimates (Arrow et al., 2013). For example, in a highly influential report on climate change commissioned by the UK government, Stern (2006) uses a discount rate of 1.4%, which on a 100 year horizon implies a present value of 25 % (meaning the future is worth 25% as much as the present). In contrast, Nordhaus (2007b) argues for a discount rate of 4%, which implies a present value of 2%, and at other times has advocated rates as high as 6% (Nordhaus, 2007a), which implies a present value of 0.3%. Stern has been widely criticized for using such a low rate (Nordhaus, 2007b,a; Dasgupta, 2006; Mendelsohn, 2006; Weitzman, 2007; Nordhaus, 2008). The choice of discount rate is probably the biggest factor influencing the debate on the urgency to respond to global warning and the issue is far from being settled. What is the right number? And is it even correct to use an exponential discount?

For environmental problems normative approaches to choosing discount rates are based on ethical grounds (Stern, 2014a,b) and assumptions about economic growth. They also depend on arguments involving the maximization of utility functions that are chosen for mathematical convenience Heal and Milner (2014). Economists present a variety of reasons for discounting, including impatience, economic growth and declining marginal utility; all of them embedded in the Ramsey formula (Ramsey, 1928), which forms the basis for standard approaches to discounting (Arrow et al., 2013).

However, as mentioned above, rates are uncertain and it is not realistic to represent discounting by deterministic functions of time such as decreasing exponentials with a fixed rate and, therefore, some kind of average over all interest rate paths must be taken. This problem is particularly severe for environmental problems, where in questions such as global warming one must consider costs and benefits 100 or more years in the future. It also occurs in finance, where discounting times are typically thirty years or less, where it has long been recognized that interest rates must be modeled as random processes Vasicek (1977); Cox, Ingersoll, and Ross (1985); Dothan (1978); Brigo and Mercurio (2006).

A more positive approach to discounting consists in figuring out how the market trades off present consumption for future consumption. For the near future one can readily find the corresponding market interest rate for money, and by making assumptions about likely inflation one can infer the market discount rate for real consumption (see, for instance, Newell and Pizer 2003, or Farmer et al. 2014). For the distant future, a practical economist engaged in the environmental debate might try to use, as the forward discount rate, the average of historical interest rates which occurred in the last 200 hundred years (2.7 % in stable countries (Farmer et al., 2014)), or take the average of Wall Street forward looking models which price bonds of maturity as long as 30 years. However, we have shown (Farmer et al., 2014) that, due to historical fluctuations of short real interest rates, the appropriate rate is considerably below these averages.

Moreover, the presence of fluctuations can dramatically alter the functional form of the discount function. If interest rates follow a geometric random walk, for example, Farmer and Geanakoplos (2009) (see also Geanakoplos et al., 2014) have shown that in some circumstances the discount function decays as a power law of the form $t^{-1/2}$. They called this hyperbolic discount because the discount factor obeys the equation of an hyperbola instead of the usual exponential function. In the large time limit a hyperbolic function is much greater than any exponentially decaying function,

showing that there is no positive long run rate of interest in this case. The hyperbola assigns an infinite value to any permanent positive flow of consumption, meaning that the infinite future is infinitely valuable.

Nonetheless, anecdotal evidence suggests that long-term exponential behavior is the typical case. We have examined a variety of different processes, including more general log-normal processes, the Feller process, and the Ornstein-Uhlenbeck process (Farmer et al. 2015). We have found that the case of the simple log-normal process studied by Farmer and Geanakoplos (2009) was the only one that did not display long-term exponential behavior. All the other examples deviated from exponential behavior for short times, but, for a wide range of parameters, eventually converged to an exponential function. This suggests that, while the transient non-exponential behavior can be important for a few decades, the most important question is the long-term discount rate.

Which model is most appropriate depends on the problem under study. Thus if we deal with environmental problems we should use real rates which are nominal interest rates corrected by inflation. In Sect. IV we present the main results on an empirical survey we have recently done on real rates of 14 countries covering 87 to 318 years (see Farmer et al., 2014, and Sect. IV for details). Data clearly show that in many epochs and for all countries real rates frequently become negative, often by substantial amounts and for long periods of time. In environmental problems we are, therefore, lead to the Ornstein-Uhlenbeck process, since that model allows for negative values, while other processes, such as Feller or log-normal, exclusively deal with positive values. However, financial settings use nominal rates which usually are positive and, therefore, either the Feller or the log-normal processes are more appropriate (Brigo and Mercurio, 2006). In Sect. III we will present a summary on the key results of each model.

Let us finally stress three important facts. Firstly, assuming that costs and benefits can be reduced to monetary values, the discounting problem is equivalent to bond pricing. A bond is an instrument that one can purchase now that delivers a payment in the future. Similarly, to combat climate change we must spend now in order to receive environmental and economic benefits in the future. If we can quantify both the expenditure required now and the likely cost of inaction in the future, then the price of the corresponding bond gives us an indication of the discount factor. We must say, nonetheless, that there are always intangible effects that are difficult to quantify in monetary terms, and one should be suspicious of any procedure that reduces the existence of a species or a human life to a dollar value. But it is nonetheless informative to see what a purely monetary analysis implies.

Secondly, the interest rate for bonds as a function of their time to maturity is called the *yield curve*. Most bonds have a time to maturity of 30 years or less, but for environmental problems such as climate change we need to know the discount 100 years or more into the future. We don't have data on bonds of such long maturity. Thus we are faced with the problem of inferring the price of long maturity bonds from data on much shorter maturity bonds. Furthermore, the yield curve fluctuates substantially from year to year, so we need sufficient historical time series for reliable statistical inference. In order to do this we need a reasonable model for real interest rates at different maturities.

Thirdly, in addition to the factors that determine the overall level of short term rates, there is one effect influencing long term rates that must be taken into account. This is the so-called "risk aversion". The far future is less certain than the near future, so all else equal, we expect that longer term bonds bear greater risk, which should imply higher interest rates.

In the rest of this paper we will develop and summarize all these ideas concerning discounting into a consistent framework which I will try to expose in a clear and intuitive way.

II. The process of discounting

In economics the increment at a given time of the quantity of wealth, exemplified by some magnitude $M = M(t)$, is assumed to depend linearly on the quantity itself and the duration of the variation. For a continuous and instantaneous variation one then writes:

$$dM(t) \propto M(t)dt. \tag{1}$$

This is a phenomenological law based on the empirical fact that the bigger $M(t)$, the greater its variation at a given time, but also on the simplifying assumption that the increment is linear in $M(t)$ and not, for instance, quadratic. Let us incidentally note that linearity is equivalent to assuming that the interest rate, defined as the relative time derivative

$$r = \frac{1}{M(t)} \frac{dM(t)}{dt}, \tag{2}$$

is independent of $M(t)$. Note that this definition can be written as

$$r = \frac{d \ln M}{dt}, \tag{3}$$

so that the rate is the derivative of the logarithm of wealth.

In the simplest situation the growth law (1) represents a completely linear law with direct proportionality in which r is constant:

$$dM(t) = rM(t)dt, \tag{4}$$

where r is the rate and is measured in units of 1/(time). Now the growth law is readily integrated, giving

$$M(t) = e^{r(t-t_0)} M(t_0), \tag{5}$$

which yields an exponential growth connecting wealth at some earlier time t_0.

Before proceeding further we recall that the growth law (1), often in the simplest version (4), appears in numerous branches of physical and social sciences. Thus, for example, in radioactivity if $N(t)$ is the number of active nuclei at time t, the usual hypothesis is that this number decreases as

$$dN(t) = -\lambda N(t)dt,$$

where $\lambda > 0$ is the decay constant. Similar considerations apply to other situations, as they are found in chemical reactions, population dynamics, as in many other places.

In economics, discounting refers to the process of connecting wealth at different times. Specifically the discount function, which we denote by $\delta(t)$, is defined by

$$\delta(t) \equiv \frac{M(t_0)}{M(t)}, \tag{6}$$

so that $M(t_0) = \delta(t)M(t)$ in accordance with the fact that discounting specifically refers to weighting the future at some time t relative to t_0 ($t > t_0$).

In the simplest case of Eq. (5) the discount function is given by the decreasing exponential:

$$\delta(t) = e^{-r(t-t_0)}, \tag{7}$$

where $r > 0$ is the interest rate. However, as we have mentioned above, this simple form of discount, in which the interest rate is always constant, is unrealistic. A first generalization consists

in assuming rates to be deterministic functions of time $r(t)$. In such a case the growth law (4) is replaced by

$$dM(t) = r(t)M(t)dt \tag{8}$$

and discount is given by

$$\delta(t) = \exp\left(-\int_{t_0}^{t} r(t')dt'\right). \tag{9}$$

Obviously if $r(t) = r$ is constant we recover the simple exponential decay of Eq. (7).

However, the assumption of rates being given by constants or by deterministic functions of time is unreasonable, at least over long periods of time. Financial interest rates are typically described as random, as the many models for stochastic interest rates appearing in the literature show (Brigo and Mercurio, 2006). Population dynamics are subject to random influences, as are chemical reactions and other physical processes where rates appear.

We therefore assume that $r(t)$ is a random function of time. This naturally means that discounting $\delta(t)$ is also random, as is clearly seen in Eq. (9). In these circumstances the effective discount function is defined as the average of $\delta(t)$:

$$D(t) = \mathbb{E}\left[\exp\left(-\int_{t_0}^{t} r(t')dt'\right)\right], \tag{10}$$

where the expectation $\mathbb{E}[\cdot]$ represents the average over all real trajectories of $r(t)$ up to time t and t_0 is an arbitrary initial time.[1] Let us note that this is formally identical to the problem of pricing bonds. The price $B(t_0|t+t_0)$ of a zero-coupon bond issued at time t_0 with unit payoff and maturing at time $t + t_0$ ($t \geq 0$) is (Brigo and Mercurio, 2006)

$$B(t_0|t + t_0) = \mathbb{E}\left[\exp\left(-\int_{t_0}^{t} n(t')dt'\right)\right],$$

where $n(t)$ is the nominal rate. The differences between these two problems is that for discounting we are interested in real interest rates $r(t)$ –which can be negative due to inflation– whereas for bond pricing we are typically interested in the nominal rate $n(t)$.

The function $r(t)$ can, in principle, be any random process. However, the simplest and most common hypothesis consists in assuming that is that rates are described by a Markovian process with continuous sample paths. That is, we assume that $r(t)$ is a diffusion process whose time evolution is governed by a stochastic differential equation of the form

$$dr = f(r)dt + g(r)dW(t), \tag{11}$$

where $f(r)$ is the drift, $g(r) > 0$ is the noise intensity and $W(t)$ is the standard Wiener process.

In terms of the cumulative process

$$x(t) = \int_{t_0}^{t} r(t')dt', \tag{12}$$

the discount function can be written as

$$D(t) = \mathbb{E}\left[e^{-x(t)}\right].$$

[1] Usually t_0 refers to the present time, which in our case and without loss of generality (see below), can be taken equal to zero, i.e., $t_0 = 0$.

Therefore,

$$D(t) = \int_{-\infty}^{\infty} dr \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x} p(x, r, t|x_0, r_0, t_0) dx, \tag{13}$$

where $p(x, r, t|x_0, r_0, t_0)$ is the probability density function (PDF) of the bidimensional diffusion process $(x(t), r(t))$. The measure corresponding to the density p is sometimes referred to as the *data generating measure*.

From Eqs. (11)-(12) we see that $(x(t), r(t))$ is defined by the following pair of stochastic differential equations

$$\begin{aligned} dx &= r dt, \\ dr &= f(r)dt + g(r)dW(t), \end{aligned} \tag{14}$$

which implies that the joint density obeys the (forward) Fokker-Planck equation (Gardiner, 1986)

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -r\frac{\partial p}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial r}[f(r)p] + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial r^2}[g^2(r)p]. \tag{15}$$

Since $x(t_0) = 0$ and $r(t_0) = 0$, the initial condition of this equation is

$$p(x, r, t_0|x_0, r_0, t_0) = \delta(x)\delta(r - r_0). \tag{16}$$

Let us incidentally note that since $f(r)$ and $g(r)$ do not depend explicitly on time, the process is time homogeneous, that is to say, invariant under time translations $(t \to t - t_0)$ and we can set $t_0 = 0$ without loss of generality.

There are two different approaches for obtaining the discount function $D(t)$. One of them, which is standard in the financial literature, is based on the backward Fokker-Planck equation and it is called the *Feynman-Kac approach* (Brigo and Mercurio, 2006). A second procedure is based on Fourier analysis (Farmer et al., 2015). Let us next succinctly present both approaches.

Feynman-Kac approach

The Feynman-Kac approach obtains a a partial differential equation for the discount function $D = D(t|r_0)$ which is based is the backward Fokker-Planck equation. This equation is called the Feynman-Kac equation and reads (Brigo and Mercurio, 2006)

$$\frac{\partial D}{\partial t} = -r_0 D + f(r_0)\frac{\partial D}{\partial r_0} + \frac{1}{2}g^2(r_0)\frac{\partial^2 D}{\partial r^2}, \tag{17}$$

with the initial condition

$$D(0|r_0) = 1. \tag{18}$$

Fourier transform approach

We have recently presented an alternative method for obtaining the discount function (Farmer et al., 2014, 2015) which turns out to be quite advantageous in linear cases and it is based on the characteristic function. The latter defined as the Fourier transform of the joint density:

$$\tilde{p}(\omega_1, \omega_2, t|r_0) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega_2 r} dr \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega_1 x} p(x, r, t|r_0) dx. \tag{19}$$

One of the chief advantages of working with the characteristic function is that obtaining the effective discount is straightforward. Indeed, comparison of Eq. (13),

$$D(t|r_0) = \int_{-\infty}^{\infty} dr \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x} p(x, r, t|r_0) dx,$$

with Eq. (19) shows that

$$D(t|r_0) = \tilde{p}\big(\omega_1 = -i, \omega_2 = 0, t|r_0\big). \tag{20}$$

Therefore, in order to obtain the discount function we only need to know the joint characteristic function of the bidimensional process (x, r).

Adding risk aversion

As we have mentioned at the end of Sect. I, the far future is less certain than the near future and we should expect that longer term discount bear greater risk, which would imply higher interest rates. In finance these risk factors are taking into account by considering the so-called "market price of risk" (Vasicek, 1977; Brigo and Mercurio, 2006).

In the context of bond pricing, if investors are risk neutral then prices can reasonably be modeled based on the data generating measure p which is the solution of the Fokker-Planck equation (15) with initial condition (16). The discount function $D(t)$ is then obtained through the Fourier transform $\tilde{p}$ or, alternatively, by solving the Feynman-Kac equation (17) with initial condition (18). This is sometimes called the *Local Expectation Hypothesis* (Cox, Ingersoll, and Ross, 1981; Gilles and Leroy, 1986). However a more general assumption is that investors are sensitive to risk, in such a case bonds can no longer be priced in this way. Instead they are priced with an artificial probability density function, p^*, usually called *risk-neutral measure*. The two measures p and p^* are related by the *market price of risk*, which is the extra return per unit risk that investors demand to bear risk. This additional return is given by a quantity $q = q(r, t)$ that in its most general form may depend on the rate r and current time t. although the most usual assumption is that $q = q(r)$ only depends on the rate (Vasicek, 1977). Following a standard procedure for bond pricing (Vasicek, 1977; Piazzesi, 2009) one takes risk into account by replacing the drift $f(r) \to f^*(r)$, where

$$f^*(r) = f(r) + g(r)q(r), \tag{21}$$

where $q(r) \geq 0$ is the market price of risk.[2] In this case the risk-neutral measure $p^*(x, r, t|r_0)$ will be given by the Fokker-Planck equation (15) with $f(r)$ replaced by $f^*(r)$, that is,

$$\frac{\partial p^*}{\partial t} = -r\frac{\partial p^*}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial r}\Big[\big[f(r) + g(r)q(r)\big]p^*\Big] + \frac{1}{2}\frac{\partial^2}{\partial r^2}\big[g^2(r)p^*\big], \tag{22}$$

with initial condition given by Eq. (16). In an analogous way, the discount function, adjusted for risk, will now be given by the Feynman-Kac equation (17) with $f(r)$ replaced by $f^*(r)$. Using the Fourier method the discount function will be given in terms of the risk-neutral characteristic function, $\tilde{p}^*(\omega_1, \omega_2, t|r_0)$, by [cf. Eq. (20)]

$$D(t|r_0) = \tilde{p}^*\big(\omega_1 = -i, \omega_2 = 0, t|r_0\big). \tag{23}$$

[2]The form of $q(r)$ is, in principle, unknown and has to be conjectured. The simplest and habitual assumption is that $q(r) = q$ is constant. In such a case the value of q is estimated from empirical data.

III. Some models

Financial economists have developed a large number of models of interest rate processes to enable them to price bonds and other cash flows. In these models interest rates are described by positive random processes since financial interest rates never (or very rarely) go negative. Although the models could in principle be extended to arbitrary horizons, they have only been studied carefully over time horizons of up to 30 years, since bonds are rarely issued for periods longer than this.

Environmental economists are nevertheless interested in the real behavior of the economic growth over much larger horizons, in contrast to financial economists, who are typically more interested in nominal rates over shorter horizons. Their behavior is essentially different due to the fact that real rates can take on negative values. Indeed, taking nominal rates corrected by inflation as a proxy of economic growth, we have recently shown (Farmer et al., 2014) thorough an empirical study on many countries that real interest rates are negative around 25 % of the time (see Sect. IV).

To understand how discounting depends on the random process used to characterize interest rates we have studied three different models and obtained exact analytical expressions for the discount function (Farmer et al., 2015). The three models describe to varying degree a number of relevant characteristics observed in rates, while being simple enough to allow for complete analytical treatment.

The first model is based on the Ornstein-Uhlenbeck process (called Vasicek model in financial literature) which allows for negative rates and is therefore suitable for pricing environmental problems. The model has a stationary probability distribution and exhibits reversion to the mean, which means that the process tends to return to its average stationary value. The second and third models considered are given by the Feller and log-normal processes respectively. For these processes rates cannot be negative. The Feller process –also known as Cox Ingersoll and Ross (CIR) model– has reversion to the mean and a stationary probability distribution. It is one of the most popular models in finance. On the other hand, the log-normal process (Dotham model) does not have reversion to the mean and does not have a stationary distribution. Despite these shortcomings the process has also been used in the financial literature mainly because it is positive and allows for analytical treatment (Brigo and Mercurio, 2006). Let us next briefly review these models and summarize their main results.

1 - Vasicek model

In this model rates are described by the Ornstein-Uhlenbeck process (Vasicek, 1977), which is characterized by linear drift and constant noise intensity

$$dr(t) = -\alpha[r(t) - m] + kdW(t), \tag{24}$$

where $r(t)$ is the rate and $W(t)$ the Wiener process. The parameter m, sometimes refereed to as "normal level," is a mean value to which rates revert, $k > 0$ is the amplitude of fluctuations, and $\alpha > 0$ is the strength of the reversion to the mean. As we will see in the next section these parameters are estimated from empirical data.

The model is Gaussian and has a stationary probability distribution (as $t \to \infty$) given by (Gardiner, 1986)

$$p_s(r) = (\alpha/\pi k^2)e^{-\alpha(r-m)^2/k^2},$$

which proves that the normal level m is the stationary mean value,

$$m = \mathbb{E}[r(t)]. \tag{25}$$

It can also be shown that the correlation function of the process, defined as the average

$$C(\tau) = \mathbb{E}\big[r(t+\tau)r(t)\big] - \big[\mathbb{E}\big[r(t)\big]\big]^2,$$

in the stationary state reads

$$C(\tau) = (k^2/2\alpha)e^{-\alpha\tau}, \tag{26}$$

which means that α^{-1} is the correlation time of the rate. Let us observe that the volatility, $\sigma^2 = C(0)$, is independent of the normal level and given by

$$\sigma^2 = k^2/2\alpha. \tag{27}$$

For this model it is possible to obtain an exact expression for the discount function $D(t)$ that reads (Farmer et al., 2015)

$$\begin{aligned} \ln D(t) &= -\frac{r_0}{\alpha}\left(1 - e^{-\alpha t}\right) \\ &+ \frac{k^2}{2\alpha^3}\left[\alpha t - 2\left(1 - e^{-\alpha t}\right) + \frac{1}{2}\left(1 - e^{-2\alpha t}\right)\right] - m\left[t - \frac{1}{\alpha}\left(1 - e^{-\alpha t}\right)\right], \end{aligned} \tag{28}$$

where $r_0 = r(0)$ is the initial rate. Note that the exponential terms in Eq. (28) are only significant at small times, that is to say, for times smaller than the correlation time of the rate ($t < \alpha^{-1}$) but they are negligible at longer times. We thus have

$$D(t) \simeq e^{-r_\infty t}, \tag{29}$$

where

$$r_\infty = m - k^2/2\alpha^2, \tag{30}$$

is the long-run discount rate. Let us note an important fact that the long-run discount rate is smaller than the mean value of the return given by the normal level m. This reduction is quantified by the ratio k/α, which means, for instance, that long persistence (recall that this is equivalent to long correlation time, i.e., α small) or else increasing noise fluctuations (i.e., k large) decrease the long-run discount rate as compared with the average rate.

Risk aversion

As mentioned above risk aversion is taken into account by introducing the market price of risk $q(r)$ and changing drift according to Eq. (21). For the Vasicek model, in which $f(r) = -\alpha(r - m)$ and $g(r) = k$, we have

$$f^*(r) = -\alpha(r - m) + kq(r), \tag{31}$$

and taking q constant, we write

$$f^*(r) = -\alpha(r - m^*), \tag{32}$$

where

$$m^* = m + \frac{qk}{\alpha}. \tag{33}$$

Since the modified drift $f^*(r)$ has the same form that $f(r)$ we conclude that the adjusted-for-risk discount function will be given by Eq. (28) after the replacement $m \to m^*$. In particular, the adjusted long-run discount now reads [cf. Eq. (30)]

$$r^*_\infty = m + \frac{qk}{\alpha} - \frac{k^2}{2\alpha^2}. \tag{34}$$

Thus we see that the long-run discount depends on the historical rate m, but this is shifted by two terms. The first term raise the long-run rate due to the market price of risk. The second shift lowers it by an amount given by the ratio of uncertainty (as measured by k) and persistence (as measured by α). We can trivially rewrite the equation above as

$$r_\infty = m + \frac{k}{\alpha}\left(q - \frac{k}{2\alpha}\right). \tag{35}$$

This makes it clear that whether or not the overall shift in the long-run discount rate is positive or negative depends on the size of the market price of risk in relation to the ratio of the volatility parameter and the reversion rate.

It is not surprising that the market price of risk raises the long term rate, but it is not so obvious that uncertainty and persistence can lower it. Indeed for the Orstein-Uhlenbeck process it can make it arbitrarily small. For any given mean interest rate m, by varying k and α, the long-run discount rate r_∞ can take on any value less than m, including negative values, while at the same time the standard deviation σ can also be made to take on any arbitrary positive value.

It is even possible for the long-run rate to be negative. This is due to the amplification of negative real interest rates $r(t)$. Computation of the discount function involves an average over exponentials, rather than the exponential of an average. As a result, periods where interest rates are negative are amplified, and can easily dominate periods where interest rates are large and positive, even if the negative rates are rarer and weaker. It does not take many such periods to substantially reduce the long run interest rate.

To summarize, in the Vasicek model, and even taking into account risk aversion, the long-run discounting rate can be much lower than the mean, and indeed can correspond to low interest rates that are rarely observed.

2 - CIR model

In this model rates are described by the Feller process (Cox, Ingersoll, Ross, 1985). The process is a diffusion process with linear drift and linear diffusion coefficient (Feller, 1951),

$$dr(t) = -\alpha[r(t) - m]dt + k\sqrt{r(t)}dW(t), \tag{36}$$

where, as in the Ornstein-Uhlenbeck process, $m > 0$ represents the mean stationary rate and α^{-1} is the correlation time. It can be shown that the Feller process never attains negative values (Feller, 1951; Masoliver and Perelló, 2012) and it is, therefore, suitable for modeling financial nominal rates rather than real rates. The process is not Gaussian and the stationary density is given by the Gamma distribution (Farmer et al., 2015)

$$p_s(r) = \frac{(2\alpha/k^2)^\theta}{\Gamma(\theta)} r^{\theta-1} e^{-(2\alpha/k^2)r},$$

where

$$\theta = \frac{2\alpha m}{k^2} \tag{37}$$

is a positive constant that combines all the parameters of the model into a single expression. As in the Vasicek model m is the stationary mean value at which the process reverts. The stationary correlation function is also given by an exponential decreasing in time,

$$C(\tau) = (mk^2/2\alpha)e^{-\alpha\tau}.$$

Note that α^{-1} is again the correlation time but, contrary to the Vasicek model, the volatility $\sigma^2 = mk^2/2\alpha$ depends on the normal level m as well.

For the CIR model it is also possible to obtain the exact expression for the discount function. The result reads (Brigo and Mercurio, 2006; Farmer et al., 2015)

$$D(t) = \left[\frac{2\lambda e^{-(\lambda-\alpha)t/2}}{(\lambda+\alpha)+(\lambda-\alpha)e^{-\lambda t}}\right]^{\theta} \exp\left\{-\frac{2(1-e^{-\lambda t})r_0}{(\lambda+\alpha)+(\lambda-\alpha)e^{-\lambda t}}\right\}, \tag{38}$$

where r_0 is the initial rate, θ is defined in Eq. (37), and

$$\lambda = \sqrt{\alpha^2 + 2k^2}. \tag{39}$$

Notice that $\lambda > \alpha$ and the time scale represented by λ^{-1} is smaller than the correlation time α^{-1}.

As time increases (in fact, when $\lambda t \gg 1$) the effective discount (38) reduces to

$$D(t) \simeq e^{-r_\infty t} \tag{40}$$

($t \to \infty$), where

$$r_\infty = \frac{1}{2}(\lambda - \alpha)\theta \tag{41}$$

is the long-run discount rate of the CIR model. Substituting for Eqs. (37) and (39) this can be written as

$$r_\infty = \frac{2m}{1+\sqrt{1+2k^2/\alpha^2}}, \tag{42}$$

which clearly shows that

$$r_\infty < m.$$

Therefore, like the Vasicek model, the CIR long-run discount rate is smaller than the stationary average rate by an amount that also depends on the square of the ratio k/α. Notice that, again, either a long persistence (α small) or an increase of the noise intensity (k large) diminish the long-run discount rate.

Risk aversion

For the Feller process [cf. Eq. (36)] $f(r) = -\alpha(r-m)$ and $g(r) = k\sqrt{r}$ and the adjusted drift is

$$f^*(r) = -\alpha(r-m) + kq(r)\sqrt{r}. \tag{43}$$

For any function $q(r)$ (including a constant market price of risk) this leads to an unsolvable Fokker-Planck equation which no analytical expression for the adjusted discount and the long-run discount rate. It is, nonetheless, possible to get analytical expressions for these quantities if the market price of risk has the functional form

$$q(r) = q\sqrt{r}, \tag{44}$$

where $q \geq 0$ is a positive quantity. In such a case we may write

$$f^*(r) = -\alpha^*(r - m^*), \tag{45}$$

where

$$\alpha^* = \alpha - kq, \qquad m^* = \frac{\alpha m}{\alpha - kq}. \tag{46}$$

The adjusted drift has the same form than $f(r)$. Therefore, the adjusted discount function will be given Eq. (38) with the replacements $\alpha \to \alpha^*$ and $m \to m^*$ and the long-run discount is [cf. Eq. (42)]

$$r^*_\infty = \frac{2m^*}{1 + \sqrt{1 + 2k^2/\alpha^{*2}}}. \tag{47}$$

From the definitions of α^* and m^* we easily see that $\alpha^* \leq \alpha$ and $\alpha^* m^* = \alpha m$. Hence, writing r^*_∞ as

$$r^*_\infty = \frac{2\alpha^* m^*}{\alpha^* + \sqrt{\alpha^{*2} + 2k^2}},$$

we see at once that $r^*_\infty \geq r_\infty$. We therefore conclude that if the market price of risk has the special functional for given by Eq. (44), in the CIR model risk always increases the long-run discount rate regardless noise intensity and persistence.

3 - Log-normal model

In this mode rates are described by the the geometric Brownian motion (log-normal process). It can be written as

$$\frac{dr}{r} = \alpha dt + k dW(t), \tag{48}$$

where r is the interest rate, α and k are constant parameters, α may be positive or negative whereas k is always positive and $W(t)$ is the Wiener process. Equation (48) can be integrated at once yielding

$$r(t) = r_0 \exp\left\{\left(\alpha - \frac{k^2}{2}\right) t + kW(t)\right\}, \tag{49}$$

showing that $r(t)$ is never negative ($r_0 > 0$). Therefore, the log-normal model is more suited for modeling nominal interest rates in finance, which are never negative, than for modeling real rates in environmental economics. Contrary to OU and Feller processes, the log-normal process does not show reversion to the mean. Indeed, as t increases we see from Eq. (49) that the rate either diverges when $\alpha > 0$ or goes to zero if $\alpha < 0$. In an equivalent way one can also show from Eq. (49) that the mean and variance of the process are

$$\langle r(t) \rangle = r_0 e^{\alpha t}, \qquad \mathrm{Var}[r(t)] = r_0^2 e^{2\alpha t}\left(e^{k^2 t} - 1\right).$$

The discount associated with the log-normal process model was studied in 1978 (Dothan, 1978) and in finance is usually known as the Dothan model. Because it allows for analytical treatment it is one of the models used in the literature (Brigo and Mercurio, 2006). In Farmer et al. (2015) we have obtained the discounting function and discussed some of its interesting asymptotic properties. Let us here summarize the main results.

Contrary to Vasicek and CIR models where it is possible to obtain exact expressions for the discount function $D(t)$. For the log-normal case we can only obtain the exact expression of the Laplace transform,

$$\hat{D}(s) = \int_0^\infty e^{-st} D(t) dt.$$

The resulting formula –written as an integral of special functions, the Kummer function– is rather intricate and we won't write it here (see Farmer et al., 2015, for more information). From that expression we can, nonetheless, get asymptotic expressions as $t \to \infty$ for discount in real time using the so-called Tauberian theorems which relate the small s behavior of $\hat{D}(s)$ with the long-time

behavior of $D(t)$ (Pitt, 1958). The final result are the following asymptotic expressions for the discount function $D(t)$ as $t \to \infty$, which, incidentally, for long-run discount is all that matters (Farmer et al., 2015)

$$D(t) \sim \begin{cases} \text{constant} & \alpha < k^2/2, \\ e^{-r_\infty t} & \alpha > k^2/2, \\ t^{-1/2} & \alpha = k^2/2. \end{cases} \tag{50}$$

The asymptotic form of the discount function thus depends on the values taken by the ratio α/k^2 between the strength of the strength of the deterministic drift α and the amplitude of fluctuations given by $k^2/2$.

(i) The case $k^2/2 > \alpha$ corresponds to strong fluctuations, where the noise intensity $k^2/2$ is greater than the drift parameter α. In this case the discount asymptotes to a constant value (see Farmer et al., 2015, for the actual value of this constant).

(ii) The case $k^2/2 < \alpha$ corresponds to mild fluctuations for which deterministic drift is stronger than noise. In such a case the discount function has the expected exponential decay (Farmer et al., 2015)

$$D(t) \sim e^{-r_\infty t}, \tag{51}$$

with a long-run rate of discount given by

$$r_\infty = \frac{1}{\delta}\left(\alpha - \frac{k^2}{2}\right), \tag{52}$$

where $0 < \delta < 1$ is a positive numerical factor which only depends on the ratio $2\alpha/k^2$ and reads

$$\delta = \psi\left(2\alpha/k^2\right) + \frac{1}{2\alpha/k^2 - 1}, \tag{53}$$

where $\psi(\cdot)$ is the digamma function.

Let us write Eq. (51) in a more suggestive form. Indeed, from Eq. (49) we see that

$$\mathbb{E}\left[\ln \frac{r(t)}{r_0}\right] = \left(\alpha - \frac{k^2}{2}\right) t,$$

and with the help of Eq. (51) we write Eq. (51) as

$$D(t) \sim \exp\left\{-\frac{1}{\delta}\mathbb{E}\left[\ln \frac{r(t)}{r_0}\right]\right\}, \tag{54}$$

($t \to \infty$ and $k^2/2 < \alpha$). Note that the average $\mathbb{E}[\ln r(t)/r_0]$ is what a practitioner would take as an estimate of the discount rate up to time t within the log-normal model. Since $0 < \delta < 1$, the analytical result (54) shows that the actual long-run rate of the model is a fraction of the average rate. We have shown elsewhere that the long-run discount rate is at most 73 % of the average rate (Farmer et al., 2015). In this way when $2\alpha/k^2 > 1$ the log-normal model follows a similar pattern to that of the OU and Feller models: In all of them the long-run rate is smaller than the average rate. This general statement is in fact a direct consequence of Jenesen's inequality, which states that the average of a convex function is greater than or equal to the function of the average; that is, $\mathbb{E}[f(X)] \geq f(\mathbb{E}[X])$. Assuming f to be the decreasing exponential and X the cumulative process $x(t)$ defined in Eq. (12), it follows immediately that the long-run rate r_∞ must be always less than or equal to the average rate. Nonetheless, our procedure quantifies the difference among averages (Farmer et al., 2015).

(iii) The critical case $\alpha = k^2/2$, in which deterministic motion and fluctuations are balanced, leads to the hyperbolic discount function as obtained by Farmer and Geanakoplos (2009). The hyperbolic $D(t)$ is substantially greater than any exponential decaying function, showing that there is no long-run rate of interest in this case. In fact the long-run rate of interest is 0, but that does not convey as precise information as saying $D(t)$ is approximately $k/\sqrt{t}$ for all large t. Since the sum (i.e., the integral) of all these $D(t)$ is infinite, such $D(t)$ assign infinite value to any permanent positive flow of consumption: the infinite future is infinitely valuable.

Risk aversion

Let us very briefly comment on the inclusion of risk aversion in the Dothan model. For the log-normal process $f(r) = \alpha r$ and $g(r) = kr$ and

$$f^*(r) = [\alpha + kq(r)]r.$$

Assuming a constant market price of risk, $q(r) = q \geq 0$, we have

$$f^*(r) = \alpha^* r, \qquad \alpha^* = \alpha + q.$$

Again $f^*(r)$ has the same form than $f(r)$ and all previous results will apply with the replacement $\alpha \to \alpha^*$.

IV. Empirical study

To understand how discounting depends on the random process used to characterize interest rates, we have collected data for nominal interest rates and inflation for fourteen countries over spans of time ranging from 87 to 318 years. The countries in our sample are: Argentina (ARG, 1864-1960), Australia (AUS, 1861-2012), Chile (CHL, 1925-2012), Germany (DEU, 1820-2012), Denmark (DNK, 1821- 2012), Spain (ESP, 1821-2012), United Kingdom (GBR, 1694-2012), Italy (ITA, 1861-2012), Japan (JPN, 1921-2012) (see Table I), Netherlands (NLD, 1813-2012), Sweden (SWE, 1868-2012), the United States (USA, 1820-2012), and South Africa (ZAF, 1920-2012). Some examples are plotted in Figure 1. Since all but two of our nominal interest rate processes are for ten year government bonds, which pay out over a ten year period, we smooth inflation rates with a ten year moving average, and subtract the annualized inflation index from the annualized nominal rate to compute the real interest rate.

Real rates are nominal rates corrected by inflation. Nominal rates $n(t)$ are determined by IG rates constructed from the 10 year Government Bond Yield $y(t|\tau)$ with τ= 10 years.[3] Nominal rates are then estimated by

$$n(t) \sim y(t|\tau).$$

The inflation rate is estimated through the Consumer Price Index (CPI) as

$$i(t) \sim \frac{1}{\tau} \ln\big[I(t+\tau)/I(t)\big],$$

[3]If $B(t|t+\tau)$ is the government bond maturing at time $t+\tau$ with unit maturity, $B(t|t) = 1$, then the yield $y(t\tau)$ is defined as $y(t|\tau) = -\ln B(t|t+\tau)/\tau$, so that $B(t|t+\tau) = e^{-\tau y(t|\tau)}$.

	Country	Consumer Price Index	Bond Yields	from	to	records
1	Italy	CPITAM annual from 12/31/1861 quarterly from 12/31/1919	IGITA10 quarterly	12/31/1861	09/30/2012	565
2	Chile	CPCHLM quarterly	IDCHLM quarterly	03/31/1925	09/30/2012	312
3	Canada	CPCANM quarterly	IGCAN10 quarterly	12/31/1913	09/30/2012	357
4	Germany	CPDEUM annual from 12/31/1820 quarterly from 12/31/1869	IGDEU10 quarterly	12/31/1820	09/30/2012	729
5	Spain	CPESPM annual from 12/31/1821 quarterly from 12/31/1920	IGESP10 quarterly	12/31/1821	09/30/2012	709
6	Argentina	CPARGM annual from 12/31/1864 quarterly from 12/31/1932	IGARGM quarterly	12/31/1864	03/31/1960	342
7	Netherlands	CPNLDM annual	IGNLD10D annual	12/31/1813	12/31/2012	189
8	Japan	CPJPNM quarterly	IGJPN10D quarterly	12/31/1921	12/31/2012	325
9	Australia	CPAUSM annual from 12/31/1861 quarterly 12/31/1991	IGAUS10 quarterly	12/31/1861	09/30/2012	564
10	Denmark	CPDNKM annual from 12/31/1821 quarterly from 12/31/1914	IGDNK10 quarterly	12/31/1821	09/30/2012	725
11	South Africa	CPZAFM quarterly	IGZAF10 quarterly	12/31/1920	09/30/2012	329
12	Sweden	CPSWEM annual	IGSWE10 annual	12/31/1868	09/30/2012	135
13	United Kingdom	CPGBRM annual	IDGBRD* annual	12/31/1694	12/31/2012	309
14	United States	CPUSAM annual	TRUSG10M annual	12/31/1820	10/30/2012	183

Table I List of the data analyzed. Notes (i) Chile: we have taken the Discount (ID) rate since the Government Bond Yield data was not available. (ii) Germany: From 06/30/1915 to 03/31/1916 IGDEU is empty and the previous available record has been repeated . (iii) Spain: From 07/31/1936 to 12/31/1940 no records available. 07/31/1936 is empty and the previous available record has been repeated . (iv) Netherlands: 2/31/1945 is empty and the previous available record has been repeated : (v) Japan: From 12/31/1946 to 09/30/1948 is empty and the previous available record has been repeated .

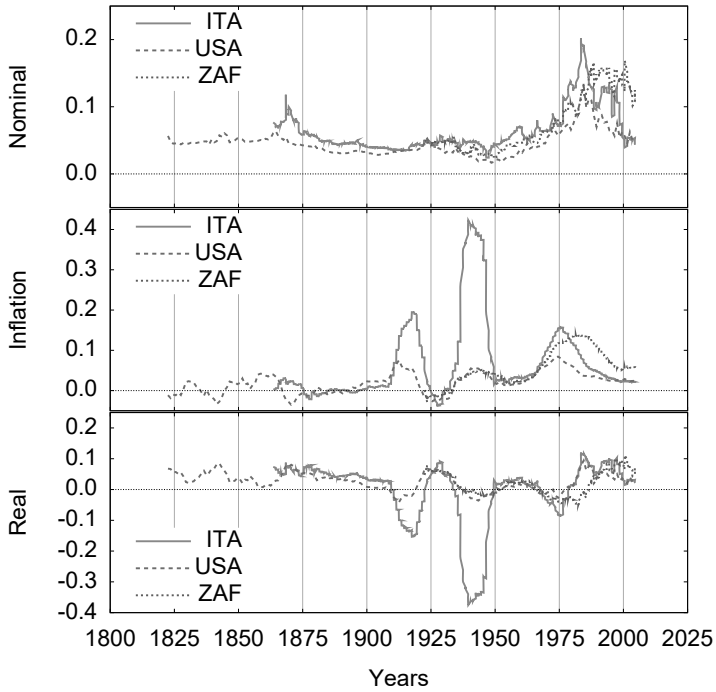


Figure 1. (Color online) Real interest rates display large fluctuations and negative rates are not uncommon. We show nominal interest rates (top), inflation (middle), and real interest rates (bottom) for Italy (ITA), United States (USA) and South Africa (ZAF).

where $I(t)$ is the aggregated inflation up to time t, and τ =10 years.[4] Finally, real interest rates $r(t)$ are defined via Fisher's procedure, subtracting realized inflation from nominal interest rates

$$r(t) = n(t) - i(t).$$

A striking feature observed in many epochs for all countries is that real interest rates frequently become negative, often by substantial amounts and for long periods of time (see Table II). On average, real interest rates are negative one quarter of the time. This makes the CIR and Dothan models less interesting for modeling real interest rates, as well as many other models which assume that interest rates are positive (Brigo and Mercurio, 2006) . We, therefore, confine the empirical work to the Vasicek model. We also assume the local expectation hypothesis for which we live in a risk neutral world and the market price of risk is zero. This is obviously a first approximation, specially for long-run discounting.[5]

[4]The relation between $I(t)$ and the Consumer Price Index (CPI) is $I(t+\tau) = I(t)\prod_{j=0}^{\tau-1}\big[1 + C(t+j)\big]$, where $C(t)$ is the time series of the empirical CPI. The instantaneous rate of inflation $i(t)$ is, therefore, estimated by the quantity $i(t+\tau)$ which written in terms of the CPI reads $i(t) \sim i(t+\tau) = (1/\tau)\sum_{j=0}^{\tau-1}\ln\big[1 + C(t+j)\big]$.

[5]Adding risk, after assuming a constant market price of risk, is under current investigation.

Country	Neg RI	m	Min	Max	k	Min	Max	α	r_∞
Italy	28% (40y)	−0.3	−9.1	5.6	6.9	0.8	10.1	0.22	−5.4
Chile	56% (43y)	−6.8	−20.2	12.0	25.2	5.6	44.1	0.40	−26
Canada	22% (20y)	**2.9**	0.1	6	**2.3**	1.1	2.0	0.26	**2.5**
Germany	14% (25y)	−10.7	−51.0	4.0	33.9	0.9	61.4	0.20	−160
Spain	25% (45y)	5.7	−0.5	13.5	2.9	1.2	3.6	0.06	−6.4
Argentina	20% (17y)	**2.4**	−2.9	6.8	**6.2**	2.8	6.7	0.39	**1.1**
Netherlands	17% (33y)	**3.2**	0.8	5.4	**1.6**	0.8	2.2	0.14	**2.4**
Japan	33% (26y)	−2.2	−7.8	4.0	9.7	1.1	13.2	0.24	−10
Australia	23% (33y)	**2.6**	−0.7	4.9	**2.3**	0.7	2.8	0.19	**1.9**
Denmark	18% (33y)	**3.2**	1.5	4.3	**2.3**	1.1	2.9	0.23	**2.7**
South Africa	43% (36y)	**1.8**	−2.2	5.5	**2.5**	1.2	2.0	0.21	**1.1**
Sweden	28% (38y)	**2.3**	−0.3	3.9	**2.5**	0.6	3.4	0.25	**1.9**
United Kingdom	14% (45y)	**3.3**	1.4	4.3	**1.9**	1.0	2.4	0.19	**2.8**
United States	31% (36y)	**2.6**	1.0	4.0	**1.8**	1.2	2.1	0.18	**2.1**
Stable countries	23% (33y)	**2.7**	−0.14	5.0	**2.6**	1.04	2.94	0.23	**2.1**
Unstable counntries	31% (36y)	**−2.9**	17.7	1.8	**16**	1.9	26.5	0.22	**−42**

Table II Parameter estimation of the Vasicek model (using real rates) in yearly units. Notes (i) "Neg RI" gives the percentage of time and the total number of years in which real interest rates are negative. (ii) The columns m, k (in %) and α are estimates taking each country time series; r_∞ (in %) is evaluated from Eq. (30). (iii) The Min and Max columns illustrate the robustness of the estimation procedure by providing the minimum and the maximum value of parameter estimation on four equal length data blocks. (iv) α is estimated by fitting the empirical correlation function to an exponential (cf. Eq. (26)) after using the whole data block. (v) Countries in boldface are those considered historically more stable with positive long-run rates $r_\infty > 0$.

We estimate the parameters m, α and k of the Vasicek model to each of the data series. The parameter m is easily estimated because it is the stationary mean value of the rate [cf. Eq. (25)]

$$m = \mathbb{E}[r(t)].$$

The estimation of parameters α and k is based on the correlation function of the Ornstein-Uhlenbeck process. Thus from Eq. (26) we have

$$C(t-t') = \frac{k^2}{2\alpha} e^{-\alpha|t-t'|}.$$

Evaluating then the empirical correlation from data and fitting it by an exponential we estimate α (measured in year units) for each country. The third and last parameter, k, is obtained from the empirical standard deviation $\sigma^2 = \mathbb{E}[|r(t)-m|^2]$, which for the Vasicek model is given by Eq. (27). That is,

$$k = \sigma\sqrt{2\alpha}.$$

The resulting parameters for all countries are listed in Table II along with its maximum and minimum value for each country.

Once the parameters of the Vasicek model have been estimated, the long-run discount rate is readily evaluated from Eq. (30),

$$r_\infty = m - k^2/2\alpha^2.$$

The fourteen countries divide into two very clear groups. Nine countries, with relative stable (and positive) real interest rates, have long run positive rates (boldface type in Table II). The

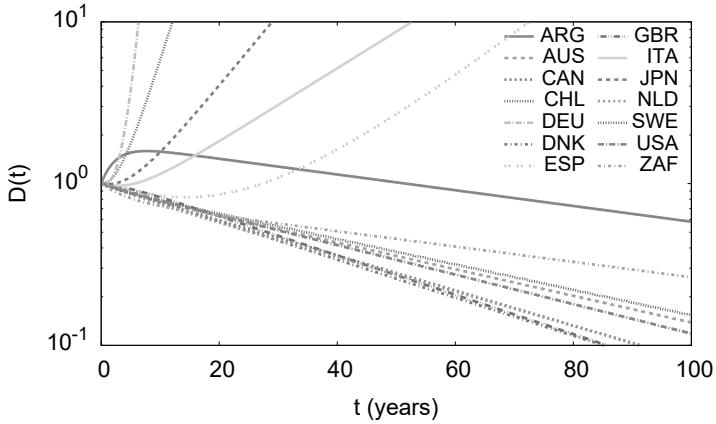


Figure 2. (Color online) The discount function $D(t)$, Eq. (28), as a function of time for the Ornstein-Uhlenbeck model for the fourteen countries in our sample (note that the vertical axis is in a logarithmic scale, we are thus plotting $\ln D(t)$ as a function of t). In order to calculate $D(t)$ we have taken the parameters reported in Table II and use them in Eq. (28). Notice that $D(t)$ quickly reaches its long-run exponential behavior. The long-run rates of the unstable countries vary dramatically, while most of the stable countries are fairly similar.

average historical rate for these nine countries is $\overline{m} = 2.7\%$ while the average long-run rate is $\overline{r}_\infty = 2.1\%$ which is on average 29% lower than $\overline{m}$. Five countries with less stable behavior have long-run negative rates and an exponentially increasing discount. (It may not be a coincidence that all five have experienced fascist governments). In four cases the average rate m is negative due to at least one period of runaway inflation; the exception is Spain, which has a (highly positive) mean real interest rate, but still has a long-run negative rate.

In Fig. 2 we show the exact discount function $D(t)$ given by Eq. (28) for all countries as a function of time, illustrating the dramatic difference between the two groups. In most cases the behavior is monotonic; however, it can also be non-monotonic, as illustrated by Argentina, which initially increases and then decreases.

V. Concluding remarks

Financial economists have developed a large number of models of interest rate processes to enable them to price bonds and other cash flows. In these models interest rates are described by positive random processes since financial interest rates –the nominal rates– never (or very rarely) go negative. Although the models could in principle be extended to arbitrary horizons, they have only been studied carefully over time horizons of up to 30 years, since bonds are rarely issued for periods longer than this.

On the other hand, environmental economists are interested in the real behavior of the economic growth over much larger horizons, in contrast to financial economists, who are typically more interested in nominal rates over shorter horizons. Their behavior is essentially different due to the fact that real rates can take on negative values. Taking nominal rates corrected by inflation as a proxy of economic growth, we have seen from an empirical survey on 14 countries that real interest

rates are negative more than 25 % of the time.

To understand how discounting depends on the random process used to characterize interest rates we have studied three different models and obtained exact analytical expressions for the discount function. The three models describe to varying degrees a number of relevant characteristics observed in rates, while being simple enough to allow for complete analytical treatment.

In the first model rates are represented by the Ornstein-Uhlenbeck process (Vasicek model) which allows for negative rates and is therefore suitable for pricing environmental problems. The model has a stationary probability distribution and exhibits reversion to the mean, which means that the process tends to recur to its average stationary value.

In the second and third models considered rates are represented by the Feller and log-normal processes respectively. For these processes rates cannot be negative. The Feller process (CIR model) has reversion to the mean and a stationary probability distribution constituting one of the most popular models in finance. On the other hand, the log-normal process (Dotham model) has no reversion to the mean nor a stationary distribution.

We have carried out the empirical study of real rates and bearing in mind that real interest rates may be negative we have thus used the Vasicek model. When we estimate the parameters of the Vasicek model –that is m, α and k, assuming no risk aversion– of the nine countries which never faced destabilizing inflation, we find an average historical rate $\overline{m} = 2.7$ % whereas, due to fluctuations, the long-run discounting has an average of $\overline{r}_\infty = 2.1$ %, which is around 22 % smaller than the historical average represented by $\overline{m}$. Let us incidentally note that our value of 2.1 % is closer to Stern's estimate (1.4 %) than that of Nordhhaus (4 %).

It is also worth mentioning the case of the United Kingdom where the historical rate over more than 300 years is 3.3 % while the long-run discount rate is $r_\infty = 2.8$ % (see Table II). This long-run discount is very close to the one recently obtained by Giglio, Maggiori and Stroebel (2015) who, using data on housing markets in the United Kingdom during 2004–2013 and Singapore during 1995–2013, have estimated an annual discount rate of 2.6 % for payments more than 100 years in the future.

We finish with the following reflection aimed at environmental concerns and with which we had finished one of our papers on the problem (Farmer et al., 2014): "Real interest rates are typically closely related to economic growth, and economic downturns are a reality. The great depression lasted for 15 years, and the fall of Rome triggered a depression in western Europe that lasted almost a thousand years. In light of our results here, arguments that we should wait to act on global warming because future economic growth will easily solve the problem should be viewed with some skepticism. When we plan for the future we should always bear in mind that sustained economic downturns may visit us again, as they have in the past".

REFERENCES

Arrow, K. J., Cropper, M. L., Gollier, C., Groom, B., Heal, G. M., Newell, R. G., Nordhaus, W. D., Pindyck, R. S., Pizer, W. A., Portney, P. R., Sterner, T., Tol, R. S. J., Weitzman, M. L., 2013. Determining benefits and costs for future generations. Science 341, 349–350.

Brigo, D., Mercurio, F., 2006. Interest Rate Models– Theory and Practice. Springer-Verlag, Berlin and New York.

Cox, J. C., Ingersoll, J. E., Ross, S. A., 1981. A re-examination of the traditional hypothesis about the term structure of interest rates. Journal of Finance 36, 769–799.

Cox, J. C., Ingersoll, J. E., Ross, S. A., 1985. A theory of the term structure of interest rates. Econometrica 53, 385–407.

Dasgupta, P., 2004. Human Well-Being and the Natural Environment. Oxford University Press, Oxford.

Dasgupta, P., 2006. Comments on the Stern Review's Economics of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.

Dothan, L. U., 1978. On the term structure of interest rates. Journal of Financial Economics 6, 59–69.

Farmer, J. D., Geanakoplos, J., 2009. Hyperbolic discount is rational: Valuing the far future with uncertain discount rates. Working paper, SSRN.

Farmer, J. D., Geanakoplos, J., Masoliver, J., Montero, M., Perello, J., 2014. Discounting the distant future. Cowles Foundation Discussion Paper No. 1951 (Yale University).Available at SSRN: `http://ssrn.com/Abstract=1448811`.

Farmer, J. D., Geanakoplos, J., Masoliver, J., Montero, M., Perelló, J., 2015. Value of the future: Discounting in random environments. Physical Review E 91, 052816.

Feller, W., 1951. Two singular diffusion processes. Annals of Mathematics 54, 173–182.

Freeman, M. C., Groom, B., Panopoulou, E., Pantellidis, T., 2013. Declining discount rates and the fisher effect. inflated past, discounted future? Working paper 129, Center for Climate Change Economics and Policy.

Gardiner, C., 1986. Handbook os Stochastic Methods. Springer-Verlag, Berlin.

Geanakoplos, J., Sudderth, W., Zeitouini, O., 2014. Asymptotic behavior of a stochastic discount rate. Indian Journal of Statistics 76-A, 150–157.

Giglio, S., Maggiori, M., Stroebel, J., 2015. Very long-run discount rates. Quarterly Journal of Economics 130, 1.

Gilles, C., Leroy, S. F., 1986. A note on the local expectation hypothesis. Journal of Finance 41, 975–979.

Gollier, C., Koundouri, P., Pantelidis, T., 2008. Declining discount rates: Economic justifications and implications for the long-run policy. Economic Policy 23, 757–795.

Groom, B., Koundouri, P., Panopoulou, P., Pantelidis, T., 2007. Discounting distant future: How much selection affect the certainty equivalent rate. Journal Applied Econometrics 22, 641–656.

Heal, G. M., Milner, A., 2014. Agreeing to disagree on climate policy. Proceedings National Academy of Sciences, USA 111, 3695.

Hepburn, C., Koundouri, P., Panopoulou, P., Pantelidis, T., 2007. Social discounting under uncertainty: A cross-country comparison. Journal Environmental Economy and Management 57, 140–150.

Masoliver, J., Perelló, J., 2012. First-passage and escape in the feller process. Phy. Rev. E 86, 041116.

Mendelsohn, R. O., 2006. A critique of the stern report. Regulation 29, 42–46.

Newell, R., Pizer, N., 2003. Discounting the distant future: How much do uncertain rates increase valuations? Journal Environmental Economy and Management 46, 52–71.

Nordhaus, W. D., 2007a. Critical assumptions in the stern review on climate change. Science 317, 201–202.

Nordhaus, W. D., 2007b. The stern review on the economics of climate change. Journal Economics Literature 45, 687–702.

Nordhaus, W. D., 2008. A Question of Balance. Yale University Press, New Haven.

Piazzesi, M., 2009. Affine term structure models. In: Sahala, Y. A., Hansen, L. P. (Eds.), The handbook of financial econometrics. Elsevier, pp. 691–766.

Pitt, H. R., 1958. Tauberian Theorems. Oxford University Press, Oxford.

Ramsey, F. P., 1928. A mathematical theory of savings. Economic Journal 38, 543–559.

Samuelson, P., 1937. A note on measurement of utility. Review of Economic Studies 4, 155.

Stern, N., 2006. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press, Cambridge.

Stern, N., 2014a. Ethics, equity and the economics of climate change. paper 1: Science and philosophy. Economics and Philosophy 30, 397.

Stern, N., 2014b. Ethics, equity and the economics of climate change. paper 2: Economics and politics. Economics and Philosophy 30, 445.

Vasicek, O., 1977. An equilibrium characterization of the term structure. Journal of Financial Economics 5, 177–188.

Weitzman, M. L., 1998. Why the far-distant future should be discounted at its lowest possible rate? Journal Environmental Economy and Management 36, 201–208.

Weitzman, M. L., 2007. A review on the stern review on the economics of climate change. Journal of Economics Literature 45, 703–724.

GESTIÓ ACTIVA O PASSIVA? UN ESQUEMA DE REMUNERACIÓ BASAT EN EL TRACKING ERROR

Jaume Puig
Economista, Actuari i Analista Financer. CEFA

Resum

La remuneració de la gestió d'actius financers en funció del *tracking error*

En aquest escrit tractem la qüestió del debat existent entre la conveniència pels inversors de la gestió activa o de la gestió passiva dels seus actius financers, i l'emmarquem dins d'un debat molt més ampli entre la Hipòtesi del Mercat Eficient (EMH) i el *behavioral finance*, molt present a la comunitat econòmica. En detallem els costos de cadascun dels dos tipus de gestió i els relacionem. Acabem finalment proposant un model de remuneració de la gestió d'inversions que vagi en funció del tipus de gestió, activa, passiva o semiactiva, que la gestora d'inversions faci, per la qual cosa utilitzem el *tracking error*. La finalitat del treball és una millora dels sistemes actuals de retribució de la gestió d'inversions, augmentant-ne l'eficiència en detriment de friccions que actualment existeixin, com pugui ser la gestió passiva a preus d'activa. No es tracta pas de demanar-ne una regulació afegida, sinó de fomentar l'autoregulació del sector.

1. Gestió Activa i Gestió Passiva. Diferències de fons i amplitud del debat

L'activitat de la gestió d'actius o *asset management* consisteix en gestionar uns patrimonis financers, en rendibilitzar-los. Qui ho fa és la gestora d'inversions o *asset manager*, que es qui pren les decisions d'inversió. Aquets patrimonis poden utilitzar formes o vehicles inversors diferents com ara fons d'inversió, o fons de pensions, entre molts d'altres; poden estar domiciliats a països diferents, i poden tenir uns perfils de risc/rendibilitat ben diferenciats. La forma de remuneració habitual consisteix en què la gestora d'inversions percep un percentatge del patrimoni que gestiona i/o dels resultats que obté per a la seva gestió d'inversions, per tal de remunerar la seva activitat. Aquest percentatge sol està sotmès a uns màxims legals que poden ser absoluts, o bé estar en funció de la categoria d'actius financers que es gestioni: Mercat Monetari, Renda Fixa, Mixtes o Renda Variable.

Entenem per gestió passiva aquella en la qual el gestor d'inversions només pren una única dada en consideració de cara a les decisions d'inversió: el percentatge que un determinat actiu financer suposa d'un índex de referència o *benchmark* en el qual vol invertir. Si el gestor gestiona, per exemple, un ETF, o fons cotitzat, de borsa europea, que replica l'índex Eurostoxx-50, l´única dada que li caldrà saber al gestor és quin percentatge suposa de l'índex cadascuna de les 50 empreses que el composen. Si una empresa suposa en un moment determinat, per exemple, un 5% de l´índex, el gestor invertirà un 5% del patrimoni total de l'ETF en aquella empresa. El gestor passiu no té cap pretensió de batre al seu índex de referència o *benchmark*, sinó només el de seguir-lo. Centra els seus esforços en l'eficàcia del seu acostament a l'índex. Aquest índex pot estar dissenyat amb qualsevol mena de criteri, des del geogràfic i factorial de l'exemple (empreses grans i de la zona euro), a índexs purament geogràfics o purament factorials (*small*, *large*, *value*, *growth*...) o fins i tot dels anomenats *smart beta*, que segueixen unes regles de composició segons uns criteris prefixats. Sigui quin sigui l'abast de l'índex, el gestor passiu només pretendrà correlacionar-s'hi al màxim.

Entenem per gestió activa aquella en la qual el gestor d'inversions efectua una anàlisi sobre tots els actius financers que formen part d'un determinat índex, o que pertanyen a la categoria d'inversió de l'índex, fins al punt d'invertir un percentatge en cada actiu en funció de la seva expectativa individual[1] de retorn i risc. Per exemple, un gestor actiu d'un fons d'inversió europea que tingui com a *benchmark* igualment a l'Eurostoxx-50, analitzarà cadascuna de les empreses que formen l'índex i decidirà, per a cadascuna d'elles, un determinat percentatge d'inversió. En alguns casos hi invertirà un percentatge superior al que l'empresa té a l'índex, i llavors es diu que es sobrepondera, i en altres casos hi invertirà un percentatge inferior en el que constitueix una infraponderació. Molt fàcilment pot no invertir gens en algunes de les empreses que composen l'índex, i fins i tot pot invertir en altres empreses que no formin part de l'índex, mentre pertanyin, això sí, a l'univers de gestió. En l'exemple que seguim, a que siguin empreses europees. La pretensió del gestor actiu no és la de seguir l'índex de referència, sinó la de batre'l, i per això composarà una cartera d'actius que ho possibiliti, fruit de la seva anàlisi.

1. Perspectiva de retorn i risc individual, pel que fa a cadascuna de les empreses triades, i col·lectiva pel que fa al conjunt d'empreses seleccionades que formen part de la cartera.

Existeix un debat intens sobre quin tipus de gestió d'actius financers és millor per a l'inversor, si la gestió activa o la gestió passiva. Darrera d'aquesta qüestió s'amaga un debat intel·lectual molt més profund, especialment intens des de 1985, que enfronta els economistes partidaris de la plena eficiència dels mercats financers amb els defensors de les anomenades finances del comportament o *behavioural finance*. Els partidaris de la gestió passiva són, en el fons, uns creients de la plena eficiència dels mercats financers, mentre que el partidaris de la gestió activa són valedors, per definició, de l'existència d'unes ineficiències en les quals fonamentar la recerca de la seva sobrerendibilitat, i per tant del *behavioural finance*. En certa manera, podríem dir que la qüestió gestió activa/gestió passiva és un front privilegiat en el qual es lliura una de les principals batalles de l'intens debat que enfronta el col·lectiu dels economistes a nivell global. La qüestió transcendental, ja esmentada, és el grau d'eficiència dels mercats financers. A un extrem, si els mercats financers fossin sempre eficients, i per tant la formació dels preus fos sempre i en tot moment correcta, els gestors actius no tindrien la més mínima oportunitat de batre l'índex, ja que els preus reflectirien en tot moment el correcte valor de l'actiu financer. Seria una tesi en la línia de l'EMH o Efficient Market Hypotesis. És el món de l'*homo economicus* en el qual tots els agents econòmics, inversors inclosos, són sempre racionals al 100% en la seva presa de decisions. Si, per altra banda, els mercats fossin ineficients, fins al punt que la formació de preus fos inadequada, a causa dels diferents agents que hi intervenen, poden no prendre sempre les decisions suposadament òptimes, els preus es podrien desviar respecte del correcte valor de l'actiu financer. Això proporcionaria una oportunitat al gestor actiu d'aprofitar aquells episodis d'infravaloració o de sobrevaloració que es produïssin. Seria una tesi en la línia del *behavioural finance*. En l'àmbit acadèmic, històricament ha preponderat l'EMH, que ha estat l'ortodox, si bé en els darrers anys ha guanyat força el *behavioural finance*, especialment des del reconeixement dels premis Nobel d'Economia atorgats els anys 2002 (David Kaneman i Vernon Smith), 2013 (Robert J. Schiller, que el va compartir amb Eugene Fama, partidari de l'EMH, i amb Lars Peter Hansen), i de forma molt destacada el darrer de l'any 2017 (Richard Thaler, en solitari, per les seves contribucions a l'economia conductual o b*ehavioral economics*). Es poden trobar també certs precedents en altres premis Nobel d'Economia, com ara amb Herbert Simon (1978) i la seva "racionalitat limitada", George Akerlof (2001) i la "informació asimètrica" o Thomas Schelling (2005) i el "conflicte i cooperació". Aquests reconeixements han catapultat la investigació acadèmica de la recerca d'ineficiències dels mercats, fins fa pocs anys molt minoritària en aquest àmbit. En l'àmbit de la investigació privada, la que fem les pròpies entitats gestores, en canvi, ja fa molts anys que s'efectua aquest tipus de recerca. Sobta com avui es pot veure,

en els programes acadèmics de grau de les prestigioses universitats de l'Ivy League nord-americanes, assignatures referides al *behavioral finance* amb tota normalitat.

Des de l`òptica de l'inversor, l'oferta d'opcions inversores és clara: pot decantar-se per un tipus de gestió, la passiva, si pretén replicar un índex, sabent que no obtindrà mai la rendibilitat de l'índex en termes nets, ja que haurà de fer front a unes despeses, que més endavant analitzarem, i també a possibles defectes de rèplica. Pot, d'altra banda, decantar-se per la gestió activa, en un intent d'obtenir una rendibilitat que superi la dels índexs de referència, exposant-se a què la tasca del gestor actiu no sigui l'esperada, i a que pugui obtenir, per tant, una rendibilitat inferior a la de l'índex. Per això li caldrà analitzar al gestor d'inversions, tant pel que fa als seus resultats obtinguts en el passat, com sobretot a la consistència de la seva metodologia. En ambdós casos haurà d'analitzar-ne també l'adequació dels costos que cadascuna li suposa.

Aquest treball no pretén tractar la qüestió de quin tipus de gestió és millor, tot i constatar que en el món s'està produïnt un fort creixement dels dos tipus de gestió, tant de l'activa com de la passiva, enfortint la tesi que, més que antagòniques, constitueixen dues opcions clarament diferenciades per a qualsevol inversor, aliè del tot al debat de fons. Tampoc vull deixar de dir que, qui escriu aquest text, és un gestor actiu. Els múltiples estudis sobre la qüestió demostren que hi ha gestió activa que clarament millora els resultats de la gestió passiva, mentre que hi ha també gestió activa que els empitjora. Entenc que, des d'una òptica d'investigació purament acadèmica, el que correspon és verificar si el percentatge de gestors actius que superen en rendibilitat els gestors passius és o no superior al que pertocaria segons les lleis estadístiques més elementals. Per a l'inversor, en canvi, optar per un camí o per l'altre, és com trobar-se de sobte amb una bifurcació on cal triar. El nostre interès, més que centrar-se en la conveniència per a l'inversor, que entenem que pertany al seu àmbit de decisió personal a partir de disposar d'una informació prou acurada, està en centrar-nos en la correcció dels esquemes de retribució dels dos tipus de gestió.

2. Els costos de la gestió d'actius financers

El gestor d'actius financers percep una remuneració per la seva tasca. No es tracta, però, de l'única despesa a la qual l'inversor ha de fer front. Vegem-ne els costos amb un cert detall:

a. Els costos de la gestió passiva i activa.

Tant l'inversor que opti per la gestió activa com el que ho faci per la gestió passiva, haurà de fer front a uns costos. Alguns d'ells són comuns, mentre que altres són privatius de cadascuna d'elles. Per a tal de tractar-los, partim dels dos vehicles més utilitzats per uns i altres. Per part de la gestió passiva, suposem que l'inversor adquireix un ETF o fons cotitzat [2], mitjançant la seva societat de valors o *broker*, mentre que per part de la gestió activa suposem que l'inversor adquireix el fons d'inversió directament a l'entitat gestora[3]. Existirien altres casos entremitjos com, per exemple, el de comprar el fons a altres entitats que no són la gestora, mitjançant plataformes de contractació de fons, que no contemplem aquest punt en particular. Fem, doncs, una anàlisi dels extrems, d'altra banda molt habituals.

i. El cost de la gestió passiva.

Sigui

Q = la quantitat aportada per l'inversor,

%Rp = els rendiments totals, expressats en percentatge de la quantitat aportada[4], que ha aconseguit el gestor passiu, i

T = El temps en què s'ha gestat el rendiment

El cost de la gestió passiva (Cp)[5] és:

Cp = Q*%corra + Q*%spread + (Q+Q*%Rp/2) * %TERp * T +

(Q+Q*%Rp/2) *%qusa * T

2. Es podria haver utilitzat també els denominats fons indexats, que tenen la forma d'un fons d'inversió tradicional, no cotitzen a les borses i, senzillament, adopten com a política d'inversió el total seguiment d'un índex. En aquest cas, l'inversor actua directament amb la Gestora, i no amb el *Broker*. Tot i que hem diferenciat entre una gestió passiva canalitzada mitjançant ETF o fons cotitzats, i una gestió activa canalitzada mitjançant fons d'inversió no cotitzats, existeixen també uns fons d'inversió d'aquests darrers de gestió passiva. Es tracta d'"*IIC que replican o reproducen un índice*", según consta a la Circular 1/2009 de 4 de febrer que les introdueix. Segons dades d'Inverco, a finals de 2017, un 7,4% dels fons d'inversió són declarats de gestió passiva. El màxim percentatge es va assolir l'any 2014, quan els fons d'inversió de gestió passiva varen representar el 12,2% del patrimoni total dels fons d'inversió.
3. És l'opció més barata. També es podria adquirir mitjançant una plataforma de contractació de fons, encarint-ne el procés.
4. Per facilitat, suposem que són lineals en el temps.
5. Suposem que l'inversor compra un ETF i que el manté transcorregut un temps.

D'on,

Cp = Q*[(%corra + %spread) + (1+%Rp/2) *(%TERp + %qusa) * T] (I)

A on:

- %corra = Percentatge que percep la Societat de Valors o *broker* per a comprar l'ETF. Corretatge. Aplica en el moment de la compra/venda.
- %spread = Percentatge del diferencial entre el preu de compra i el de venda (meitat de la diferència entre el preu *bid* i el preu *ask*) amb el qual cotitza l'ETF. Aplica en el moment de la compra/venda.
- %TERp = Inclou tres components, els costos fixos o %CF (Auditoria, regulador, mercats, etc.), la comissió de dipositaria o %TD que percep l'entitat que diposita els títols, i la comissió de gestió que percep el gestor passiu per fer la seva funció o %TGp. Es compleix que:

TERp = %CF + %TD + %TGp. (II)

Aplica de forma contínua en el temps.

- %qusa = Percentatge que percep la Societat de Valors per a custodiar l'ETF. Aplica de forma contínua en el temps.

Com podem veure, la gestió passiva té dos tipus de costos: uns en el moment de l'adquisició, corretatge i diferencial, que s'apliquen a la quantitat invertida, i uns altres continuats en el temps, el TER del vehicle i la custòdia de l'ETF, que s'apliquen sobre la quantitat invertida i els seus rendiments.

ii. El cost de la gestió activa.

Atès que suposem que s'adquireix a la pròpia gestora, l'inversor s'estalvia tres costos. No paga cap corretatge d'entrada[6], es fa l'operació a valor liquidatiu, sense cap diferencial per tant, i a més no es cobra cap custòdia per les participacions.

6. Hi ha alguna excepció en què o bé existeix una comissió d'entrada o sortida, o inclús s'obliga a pagar al partícip entrant les despeses de corretatge que la seva aportació li suposarà al fons una vegada s'hagi invertit.

En aquest cas el cost de la gestió activa (Ca) és de:

Ca = Q* (1+ %Ra/2) * %TERa * T (III)

A on:

- %TERa = Inclou igualment tres components, els costos fixos o %CF (Auditoria, regulador, mercats, etc.), la comissió de dipositaria o %TD que percep l'entitat que diposita els títols, i la comissió de gestió que percep el gestor actiu per a fer la seva funció o %TGa. Es compleix que:

%TERa = %CF + %TD + %TGa. (IV)

Aplica de forma contínua en el temps.

- %Ra = Són els rendiments totals, expressats en percentatge de la quantitat aportada[7], que ha aconseguit el gestor actiu.

iii. Comparativa de costos entre gestió passiva i gestió activa.

Habitualment, la comissió de gestió que percep el Gestor Actiu (%TGa) és superior a la comissió de gestió que percep el Gestor Passiu (%TGp). Això ha de ser així ja que la tasca que ha de fer el gestor actiu, per tal de superar el *benchmark* és molt superior a la que ha de fer el gestor passiu per tal de replicar-lo. Un gestor actiu ha de fer una anàlisi financera important de cadascun dels actius financers en què vol invertir, abans i després de fer-ho. Tot i que els procediments poden variar en funció de l'estil inversor, un gestor fonamental de renda variable, per exemple, molt fàcilment haurà d'efectuar una anàlisi a fons de les activitats de l'empresa, amb especial èmfasi en les seves fortaleses i especificitats; una anàlisi de la gerència de l'empresa per a determinar-ne si es tracta d'un equip de gestió a llarg termini o a curt termini, la qual cosa requerirà de fer reunions amb l'empresa; d'efectuar una valoració financera de l'empresa per a determinar si la cotització és inferior o no a la valoració fonamental, i habitualment també tenir una experiència com a client dels serveis que ofereix l'empresa, sempre que sigui possible. Sens dubte és una feina molt superior a la mera observació del percentatge que una empresa suposa en un índex.

7. Novament lineals.

És esperable, doncs que TGa > TGp, I que, per tant, TERa > TERp[8].

Perquè els dos costos Ca i Cp fossin equivalents, i a igualtat de rendiment (%Rp = %Ra = %R)[9], caldria que:

Ca = Cp (I) = (III)

Q*(1+%R/2) * %TERa * T = Q* [(%corra + Q*%spread) + (1+%R/2) * (%TERp+%qusa) * T + (Q+Q*%R/2)]

Si tenim en compte les expressions II i IV, llavors

Q* (1+%R/2) * (%CF +%TD + %TGa) * T = Q* [(%corra + Q*%spread) + (1+%R/2) *((%CF +%TD + %TGp) +%qusa)* T]

D'on:

(1+%R/2) * (%TGa-%TGp) * T = %corra + %spread + (1+%R/2) *%qusa * T,

I finalment,

$$\mathbf{DIFMIN_{AP} = \%TGa\text{-}\%TGp = \%\,qusa + \frac{\%corra + \%spread}{(1+\%R/2) * T}} \quad \mathbf{(V)}$$

Podem definir aquesta expressió (V) com la diferència mínima que hauria d'existir entre la comissió de la gestió activa i la comissió de la gestió passiva ($DIFMIN_{AP}$). La comissió de gestió activa hauria sempre de superar la comissió de gestió passiva, com a mínim en aquesta magnitud. Com veiem, aquesta diferència mínima està correlacionada positivament pel percentatge de custòdia de l'ETF que es cobra, pel corretatge de la compra/venda de l'ETF, i pel diferencial entre el preu de compra i de venda de l'ETF. Està correlacionada negativament amb el rendiment i amb el temps.

A tall d'exemple, si el cost per custòdia fos un 0,1%, el cost de corretatge fos un altre 0,1%, el diferencial de l'ETF fos un 0,15%, i el rendiment hagués estat un 15%

8. Pressuposem que els costos fixos (%CF) i la comissió de dipositaria (%TD) no són diferencials en ambdós casos.
9. Només poden ser iguals els costos si proporcionen la mateixa rendibilitat, o si l'esperança matemàtica de la rendibilitat fos la mateixa pels dos casos.

a tres anys, la diferència mínima en què la comissió de gestió activa hauria de ser superior a la comissió de la gestió passiva hauria de ser d'un 0,1775%. Si, en un altre exemple, el diferencial fos d'un 0,30%, i el rendiment hagués estat nul a un any, la diferència mínima seria d'un 0,50%.

Evidentment, en la mesura que el gestor actiu aconsegueixi una rendibilitat superior a la del gestor passiu, es veuria facultat a obtenir una remuneració de la seva feina encara més elevada. El gestor actiu podria fàcilment quedar-se un percentatge de l'excés de rendibilitat aconseguit sobre el gestor passiu.

b. Els límits regulatoris dels costos de la gestió.

La regulació introdueix límits a la comissió de gestió que pot percebre el gestor d'inversions quan gestiona institucions d'inversions col·lectiva. Aquest límits poden ser establerts en forma genèrica, com és, per exemple, el cas actual dels fons d'inversió, o en funció de l'actiu financer en el qual inverteixen, com és el cas dels fons de pensions. En l'actual normativa de fons d'inversió, la gestora pot percebre un màxim d'un 2,25% (%TGmax) sobre el patrimoni del fons d'inversió si percep la totalitat de la comissió de gestió de forma fixa, o bé d'un 1,35% fix sobre el patrimoni més un 9% sobre resultats si la percep mixta, o bé un 18% sobre resultats si no en percep cap de fixa. Tot i aquesta normativa genèrica de màxims, cal veure que, a la pràctica, les comissions de gestió són molt inferiors i dependents, a més, de l'actiu en el qual s'inverteix. Segons María Isabel Cambón[10], la suma de la comissió de gestió més la de dipositaria era inferior a l'1,5%, com a mitjana, l'any 2007. Igualment i segons la mateixa autora[11], en el cas dels fons d'inversió que inverteixen en el mercat monetari la comissió mitjana percebuda era, l'any 2005, del 0,85%, en els que inverteixen en renda fixa de l'1,15%, i dels que inverteixen en renda variable internacional de l'1,96%. Avui són encara més baixos.

En el recent Reial Decret 62/2018 de 9 de febrer, que modifica el Reglament dels Plans i Fons de Pensions, s'estableix unes comissions de gestió màximes en funció de l'actiu on s'inverteix. Així, a l'article 17, s'hi indica que un fons de pensions de renda fixa, que no inverteixi gens en renda variable, pot percebre una comissió de gestió màxima del 0,85%. Si inverteix en un fons de renda fixa

10. Documento de Trabajo n.º 48. Juny 2011, pàg. 24.
11. Monografía n.º 21. Març 2007, pàg. 20.

mixta, que inverteixen com a màxim un 30% en renda variable, pot percebre una comissió de gestió màxima de l'1,30%, i per a la resta de fons de pensions, que per tant inverteixin més d'un 30% en renda variable, estableix una comissió de gestió màxima de l'1,50%. Si tenim en compte que a la primera categoria hi cap tant un fons que inverteixi en el mercat monetari com un altre que inverteixi en renda fixa governamental, per exemple, i tenim en compte les rendibilitats a llarg termini que es pot esperar dels mercats financers, segon Ibbotson[12], la comissió de gestió podria significar entre un 15,5% de la rendibilitat anualitzada esperada a llarg termini (renda fixa governamental -5,5%-) i un 28,3% (mercat monetari -3%-). Si tenim en compte que en la segona categoria hi cap tant un fons que inverteixi un 10% en renda variable (rendibilitat anualitzada esperada a llarg termini -10%-) i la resta en mercat monetari, com un altre que inverteixi un 30% en renda variable i la resta en renda fixa a llarg termini. La taxa de gestió podria significar entre un 19,0% en el darrer cas i un 35,1% en el primer. Finalment, si tenim en compte la tercera categoria, aquesta inclouria tant un fons que invertís un 40% en renda variable i el 60% en mercat monetari, com un altre que invertís 100% en renda variable. La comissió de gestió podria significar entre un 15,0% en el darrer cas i un 25,9% en el primer. En aquests exemples hem vist que la tolerància màxima del regulador passa perquè la comissió de gestió signifiqui entre un 15% i un 35% de la rendibilitat obtinguda per l'actiu financer a llarg termini.

No cal dir que, amb l'actual situació dels històricament baixos tipus d'interès, aquests nivells són encara més elevats, especialment en els mercats monetari i de renda fixa.

3. La gestió semipassiva o semiactiva. El *tracking error* com a mesura

Pot haver-hi gestors actius que mai considerin el percentatge que un actiu financer representa d'un índex, i que per tant siguin purament gestors actius, o pot haver-hi, també, gestors actius que l'utilitzin com un *input* més, tot i que no l'únic. En d'altres paraules, la gestió activa té graus. Existeixen, doncs, uns gestors que, tot i voler ser actius, limiten conscientment la separació de l'evolució de la seva cartera o fons respecte del *benchmark*. Les causes poden ser molt diverses, des d'una limitació establerta per la política comercial de l'entitat a la separació que un fons pugui tenir del seu *benchmark*,

12. Veure a Referència.

que sol ser molt habitual en una determinada tipologia de gestores[13] o de mandats[14]; a una autoexigència del propi gestor per tal d'intentar maximitzar el que es coneix com a Ràtio d'Informació[15] del gestor, que és un dels millors indicadors que existeixen per a definir la qualitat d'un gestor; a senzillament evidenciar el grau de confiança que té el gestor actiu en ell mateix. Quan els gestors tenen molta confiança en les seves decisions augmenten la seva separació amb el *benchmark*, mentre que quan els minva la confiança tendeixen a indexar-se més[16].

Sigui quin sigui el motiu, en la mesura que un gestor passa a tenir en compte el percentatge que un actiu financer representa d'un índex per prendre decisions d'inversió, existirà un percentatge del seu fons que replicarà el *benchmark*, i un altre percentatge en la qual el gestor prendrà les seves decisions. Això vol dir que existirà un determinat percentatge del fons en el qual el gestor d'inversions tindrà una feina molt minsa, la pura reproducció d'un índex, mentre que existirà una altra part, on el gestor actua veritablement com a tal.

En qualsevol cas, hem introduït ara una nova figura, la del gestor semipassiu o semiactiu. Sembla lògic que, si la remuneració d'un gestor actiu, el TGa, ha de ser superior a la remuneració d'un gestor passiu, el TGp, senzillament perquè la quantitat de feina que desenvolupa el primer és molt més gran que la que desenvolupa el segon, la comissió de gestió del gestor semipassiu o semiactiu, anomenem-la TGsa, s'hauria de situar en un punt entremig. En altres paraules:

(VI) TGa > TGsa > TGp

13. Habitualment les pertanyents a grups bancaris.
14. Habituals, per exemple, en mandats institucionals de Fons de pensions.
15. La Ràtio d'Informació (IR) és el quocient entre l'excés de rendibilitat anualitzat que el gestor ha obtingut sobre el seu *benchmark* en un període llarg de temps, idealment uns 10 anys, anomenat *Excess return* (ER), i el seu risc actiu, o separació que ha adoptat respecte al *benchmark* o *Active Risk*. La mesura més comuna del risc actiu és el *Tracking Error* (TE). L'expressió és doncs: IR=ER/TE. La Ràtio d'Informació indica, doncs, la sobrerendibilitat sobre el *benchmark* que el gestor ha estat capaç d'aconseguir per cada unitat de risc sobre el *benchmark* que hagi pres. A major IR, millor qualitat del gestor. Hi ha gestors que volen tenir un IR elevat en base a disminuir el denominador.
16. Aquest és un fet que tenim ben demostrat, en una recerca interna de l'equip d'I+D de gestió que dirigeixo, no publicat, les conclusions del qual utilitzo diàriament per a la gestió d'inversions dels fons de Retorn Absolut. És una de les 20 ineficiències que hem pogut demostrar amb els anys i que estem explotant.

Com saber si el gestor és actiu, passiu, o bé semiactiu? Existeix una mesura senzilla, anomenada *Tracking Error*, que permet identificar-ho. Tècnicament:

(VII) "Tracking Error" (TE) = Std (Rp – Rb)

A on Rp és el rendiment que ha obtingut el fons gestionat pel gestor, i Rb és el rendiment que ha obtingut el *benchmark*. La diferència entre Rp i Rb és el denominat *Excess Return* o *Active Return*, és a dir la rendibilitat diferencial que el gestor ha obtingut respecte al seu *benchmark*. Com podem veure en la fórmula, el *tracking error* és la desviació estàndard d'aquest *Active Return*.

Quins són els nivells de *tracking error* que es corresponen amb cada tipologia de gestor?

El gestor passiu mantindrà uns nivells de *tracking error* que oscil·len entre un 0% i un 0,5%. Tot i que es podria pensar que el gestor passiu hauria de tenir un *tracking error* del 0%, ja que, en teoria, Rp hauria de ser igual que Rb, el cas, però, és que no ho és[17]. El gestor passiu ha de fer una tria entre la rèplica perfecta, que l'obligaria a adquirir tots i cada un dels components del *benchmark* i a fer multitud de transaccions, per petites que fossin, la qual cosa li suposaria molts costos de transacció, o bé a optimitzar la rèplica, minimitzant-ne els costos de transacció, i suportant un cert nivell de *tracking error*, que és el que fa.

El gestor actiu mantindrà uns nivells de *tracking error* més elevats. Segons Bob Litterman[18], la mitjana aritmètica del *tracking error* en gestors actius (de renda variable nord-americana) és del 8,21%, la mediana de 7,69%, el quartil més alt del 9,71% i el quartil més baix del 6,19%. La seva conclusió és que el gestor actiu és aquell que té un *tracking error* superior al 5%[19].

---

17. Segons David J. Abner, "*A perfect replicated basket will have the least tracking error as compared to the underlying index. Any existing error would result primarily from friction costs of executing the basket in a rebalance and management fees*". I afegeix, "*Although you may desire perfect index replication to limit tracking (the spread between index and basket returns), at some point there must be a trade-off between the complexity and limited marginal added value of having too many names in the basket versus how much you are willing to diverge from tracking perfection*", pàg. 36 i 37.
18. Estudi dels gestors nord-americans de borsa entre el període 1989 i 2001, pàg. 194.
19. "Hence, we define traditional managers with realized tracking errors in excess of 500 basis points..." pàg. 193.

Per tant, doncs, podem convenir que:

Tipologia del Gestor	*Tracking Error* realitzat
Passiu	0%-0,5%
Semiactiu o Semipassiu	0,5% a 5%
Actiu	>5%

Arribats a aquest punt, cal que diferenciem entre el *Tracking Error* realitzat[20], que és el que es calcula en base a allò que el gestor ha realitzat en el passat, i en base doncs a la comparativa entre els rendiments passats del fons i els rendiments passats del *benchmark*, i el *Tracking Error* previst[21], que és el que s'extrapola estadísticament a partir d'una cartera existent.

4. La gestió passiva camuflada d'activa

Com hem vist, la comissió de gestió màxima o bé (1) té un límit màxim absolut, o bé (2) té un límit màxim en funció de la classe d'actius financers on inverteix. No existeix, però, un límit que depengui de la classe de gestió feta pel gestor. Això possibilita que pugui existir un tipus de gestió d'inversions semipassiva, o fins i tot passiva del tot, que pugui tenir una remuneració per la seva gestió similar o idèntica a la que té un gestor totalment actiu. En altres paraules, és avui possible ser un gestor passiu i percebre comissions de gestió d'un gestor actiu.

Respecte a aquesta situació, són possibles dos tipus d'actuació, una primera de caire informatiu, i una segona de caire més autoimposat. La primera és relativament senzilla, es tracta d'introduir en la informació que tot fons d'inversió ha de facilitar trimestralment la informació del *tracking error* del fons. Fins a desembre de 2017, els fons d'inversió han de donar informació, per exemple, de dades tan importants com la rotació, la comissió de gestió, la comissió de depositaria, la volatilitat, el VaR o el TER, però en canvi no han de donar informació del *tracking error*, quan es tracta d'una dada molt transcendent. Com a

20. També anomenat *Tracking Error Ex-Post*.
21. També anomenat *Tracking Error Ex-Ante*. Es tracta d'una estimació del potencial *risk* actiu que pugui tenir una cartera, inferida estadísticament a partir de la cartera que tingui el fons en cada moment. Es fa servir, habitualment, quan al mandat de gestió s'estableix un límit de *Tracking Error*, o el que també s'anomena un pressupost de risc.

mínim l'inversor disposaria d'una dada que l'ajudaria a situar el tipus de gestió que el seu gestor està portant a terme.

La segona és anar un pas més enllà, i és utilitzar activament la informació del *tracking error* per delimitar les comissions màximes de gestió en funció del tipus de gestió d'inversions que s'efectua, activa, passiva o semiactiva. Aquest treball va en aquesta línia.

5. El model

Segons tot l'exposat fins ara, podem concloure que la comissió de gestió d'un gestor d'inversions actiu depèn de tres paràmetres:

- La comissió de gestió que percebi un gestor passiu (%TGp) que gestioni la mateixa tipologia d'actiu financer.
- La diferència mínima que ha d'haver-hi entre un gestor actiu i un gestor passiu ($DIFMIN_{AP}$), que hem definit a l'expressió (V).
- I, el *tracking error* (TE) del gestor actiu.

La fórmula final podria ser,

$$\textbf{(VIII)} \quad \%TGa = \%TGp + DIFMIN_{AP} + (\%TGmax - \%TGp - DIFMIN_{AP}) * \frac{TE - TE_P}{TE_A - TE_P}$$

A on, TE és el *tracking error* que el gestor efectivament té; TE_P, el *tracking error* de referència del gestor passiu (0,5% segons hem determinat anteriorment), i TE_A, el *tracking error* de referència del gestor actiu (5,0% segons hem determinat anteriorment igualment). Suposant, per exemple, un cas a on %TGp = 0,50%; $DIFMIN_{AP}$ = 0,20%, i que %TGmax = 2,25%, com l'actualment vigent als fons d'inversió, obtindríem la següent comissió de gestió màxima en funció del tipus

Tracking Error	**0,5%**	**1%**	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**	**>5%**
Comissió de gestió %TGa	0,70%	0,87%	1,22%	1,56%	1,90%	2,25%	2,25%
% de la %TGmax	31,1%	38,7%	54,2%	69,3%	84,6%	100%	100%

Aquesta comissió de gestió del gestor actiu (%TGa) formulada té el caràcter de màxima, i, per tant, suposa, *de facto*, rebaixar els màxims regulatoris en funció del *tracking error* del gestor. El %TGa formulat constitueix doncs un NOU%TGmax.

%TGa formulat (VIII) = NOU%TGmax

Per suposat la comissió de gestió màxima (%TGmax) podria ser o bé la total absoluta, o bé la corresponent a cada categoria d'actius financers, en el seu cas. Cal dir, però, que caldria afinar-les molt més respecte al que l'actual regulació ja fa.

El nivell del tracking error del 5% per a ser considerat un gestor d'actius 100% actiu correspon a dades de fons de renda variable. Per suposat, es pot fàcilment adaptar la dada a les diferents categories d'actius financers. S'haurien de modificar els valors de TE_P i de TE_A.

S'ha suposat a la fórmula una relació lineal entre els diferents *tracking errors*. Es podria haver fet, fàcilment, de caire exponencial.

La pretensió d'aquesta anàlisi no és la de que augmenti la regulació dins del món financer, ja de per si molt àmplia, sinó fomentar-ne l'autoregulació a nivell de la patronal del sector de la gestió d'actius.

L'efecte final sobre el sistema financer en el seu conjunt molt probablement seria la d'una reducció de les comissions de gestió existents en l'actualitat, en el qual seria un benefici per a l'inversor. Aniria especialment en detriment de les gestions passives encobertes i seria neutre, tant per la gestió realment activa a preus d'activa, com per la gestió realment passiva a preus de passiva.

Per descomptat, el càlcul del *tracking error* emprat, en la seva qualitat d'*ex-post*, requeriria, idealment, de períodes de càlcul superiors a l'any, el més amplis possibles, capaços de capturar amb major fidelitat la gestió d'inversions efectuada.

6. No ho regularà el mercat per si sol?

Caldria pensar que cap inversor estaria disposat a invertir en fons d'inversió que tinguessin unes comissions de gestió corresponent a una gestió 100% acti-

va, i que en canvi tinguessin una gestió d'inversions de caire passiu. En el llarg termini, l'inversor estaria penalitzat en excés. Podria pensar-se que aquestes pràctiques serien expulsades pel mercat. Certament això seria així de disposar tots els inversors dels elements de judici i dels coneixements financers suficients. En altres paraules, això seria així si, de nou, l'inversor fos un autèntic *homo economicus*, i no fossin altres motivacions com les fortaleses de les xarxes comercials de les entitats financeres, o confusions entre el mèrit del gestor i el mèrit dels factors del mercat dominants, les que el fessin prendre unes decisions d'inversió poc racionals. Això ens portaria al principi del debat, EMH o *behavioural finance*?

Paradoxalment, el gestor passiu encobert actua simultàniament en els dos mons, per la seva política d'inversió es declara un fervent seguidor de l'EMH, mentre que per la seva política comercial, és un convençut del *behavioural finance*.

Referències

a. Publicacions

Litterman, Bob. i the Quantitative Resources Group. 2003. "Modern Investment Management". Goldman Sachs Asset Management. John Wiley & Sons, Inc.

Abner, David J. 2016. "The ETF Handbook". Second Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Thaler, Richard H., Editor. Diversos autors. 1993. "Advances in Bahavioral Finance". Russel Sage Foundation.

Malkiel, Burton G. 1990. "A Random Walk down Wall Street".W.W. Norton & Company, Inc

Thaler, Richard H. 2017. "La Psicología Económica". Segona Edició. Deusto.

Montier, James. 2010. "The Little Book of Behavioral Investing". John Wiley & Sons, Inc.

Grinold, Richard C. i Kahn, Ronald N. 1999. "Active Portfolio Management". Second Edition. McGraw-Hill

Informe 2017 i Perspectivas 2018. Inverco. 13 de Febrer de 2018.

BOE 10 Febrero 2018. Pàg 16.475 a 16.494.

Ibbotson, Roger G. World Investment Forum 2014.

BOE 18 Febrero 2009. Pàg 17.197 a 17.200.

Cambón Murcia, M.ª Isabel. Juny de 2011. "Rentabilidad de los fondos de inversión españoles: un análisis de sus determinantes". Documento de trabajo núm. 48. CNMV.

Cambón Murcia, M.ª Isabel. Marzo de 2007. "Estudio de la evolución y los determinantes de las comisiones de gestión y depósito de los fondos de inversión". Monografía núm. 21. CNMV.

FROM TECHNOLOGY TO DIGITAL: WHY WORDS MATTER

Benoît Flamant
Head of Digital Investments de Finaltis

Despite media, investors and economists mostly talking about *Technology or Tech Companies* when addressing digitalization, we will try - and hopefully prove - in this paper that digital means much more and far outreaches technology. We want to argue that making a clear difference between *Technology* and *Digital* goes beyond semantics and offers a decisive edge towards getting to grips with the ground-shaking impacts of the fast-paced emerging or yet to emerge digitalization trends.

We start with a bit of history, first describing how the information technology (IT) era blossomed in the eighties and nineties, and how best to characterize the "Tech" era.

We look at how Apple actually pivoted at breakneck speed to become a digital company.

We make the point that the Internet giants that have emerged in the 21st century are all digital, which explains why they have grown so fast.

We try to pinpoint the precise date of the shift from Technology to Digital; 2007, the year of the launch of the iPhone, comes as a strong #1 suspect.

We describe how the sectorial definition of stock markets is about to evolve – the announcement has been made -, now making a clean distinction between *Technology* and *Digital*, in order to stay relevant.

Once stated the structural difference between technology and digital, we focus on two economic impacts: the so-called productivity paradox and the rising societal issues the digital era fuels.

We indifferently talk of *Technology*, *Tech*, *Information Technology* or *IT*. There are other industries with a strong technology content, notably BioTechnology, but we believe that whenever people talk of *Tech*, they refer to IT, unless stated otherwise. On the opposite, we believe that *AdTech*, *AgTech*, *CarTech, FinTech*, *InsurTech, and RegTech* are nothing but vertical instantiations of the digital era.

A brief history of IT

Information Technology (IT) in its modern sense first appeared as such in a 1958 article published in the Harvard Business Review by Harold J. Leavitt and Thomas L. Whisler.

IT would simply not exist without the formidable technological revolution the semiconductor industry underwent, often referred to as Moore's Law. What was initially an empirical observation made in 1965 by Gordon Moore, co-founder of Fairchild Semiconductor and Intel, in a paper dated 1965 - that the number of transistors in a dense integrated circuit doubles approximately every two years - has proved to be amazingly prescient: the Moore's Law still remains valid nowadays. For those who have trouble making sense of exponentials, let's remind that a number doubling every two years on a 53-year period (1965 to 2018) ends up being multiplied by a whopping factor of 95 million. If a car were to follow the Moore's Law, its weight would have shrunk to... 0.02g, the weight of one single grain rice. There is historically very few - if any - comparable technological breakthrough of such magnitude.

Fueled by the Moore's Law, computers became ever faster, smaller, and cheaper. Different eras of computer hardware disruptions occurred over time: mainframes in the 60's, minicomputers in the 70's, workstations in the 80's, PCs in the 90's, and smartphones in 2007. The next step is likely to be billions of smart connected sensors forming what is often referred to as Internet of Things (IoT).

One level up in the food chain is software. Ever more processor power enables increasingly sophisticated software. In a quest to enlarge the addressable market, software engineers were able to progressively make the access to IT ever closer to the way humans interact naturally. This is how we evolved from the punch cards of the first mainframes, to terminals for minicomputers, mouse- and keyboard-based graphical user interfaces for the PC, and touch-based for smartphone users. The next step is likely to be voice-activated interaction as voice is the way we humans interact the most naturally. Recent progress in machine learning means that voice interaction is ready to be deployed to the masses[1]. One day, we may even be able to connect directly our brain to com-

1. The amazing success of Amazon's "intelligent speaker" Echo is an excellent illustration of new usage enabled by a voice-based user interface

puters through what is called *brain computer interfaces*[2]. No need to talk anymore, just think about what you want to do or to know...

Yet another way up the food chain we meet business software that helps organizations run better and faster: productivity software (namely Microsoft's Office); software for managing the life cycle of products (PLM); accounting, financial reporting and budgeting; managing manufacturing and optimizing supply chain, point-of-sales purchasing...

Each era brought new corporate champions. Some are still around as they have been able to reinvent themselves throughout the different inflection points; a lot are gone. Few remember the names of the losers. Competing against IBM were Univac, Control Data, NCR, Honeywell. Compaq, IBM, Toshiba, and Gateway were market leaders in the PC market. Minicomputer championship Digital Equipment Corporation name only remains present in IT history books. Sun Microsystems literally owned the workstation market; it's gone, acquired by Oracle. Those trying to confront Microsoft, such as Hardware Graphics or Lotus are long gone. EMC used to be the name of the game for storage systems; it was acquired by Dell... In short, the adage, history only remembers the winners, applies very well to a very Darwinian IT industry. A few made it through. The surviving hardware champions are IBM, HP, Lenovo, and Dell. For the software eras, these are SAP, Microsoft, Oracle, Adobe. We should also mention networking giants such as Cisco Systems and Ericsson; and semiconductor and semi equipment vendors such as Intel, TSMC, Texas Instruments, Samsung Electronics, Applied Materials. The sheer size of these technology champions, a combined annual revenue of 778 billion US dollars, is a testament to the economic power the IT industry has gained over time.

Despite a quite bumpy history, the fundamental mission of IT has never changed. It is about helping organizations to improve productivity, time-to-market, and agility. IT is a formidable tool to automate low productivity jobs. SAP-like business software has proved to be a very powerful way to align internal processes across subsidiaries. Global companies would simply not exist without it. Not only global companies are more productive; they are also much more reactive, able to adapt to changing economic environments incredibly

2. Elon Musk, always at the forefront of innovation, has recently formed Neuralink in that field; source: https://www.theverge.com/2017/3/27/15077864/elon-musk-neuralink-brain-computer-interface-ai-cyborgs

faster than in the past. Inventory and supply chain management are greatly improved, which translates into much better cash flow. IT is essentially a major contributor to productivity, profitability, agility and cash flow generation. Productivity grew strongly and steadily indeed in the heydays of IT.

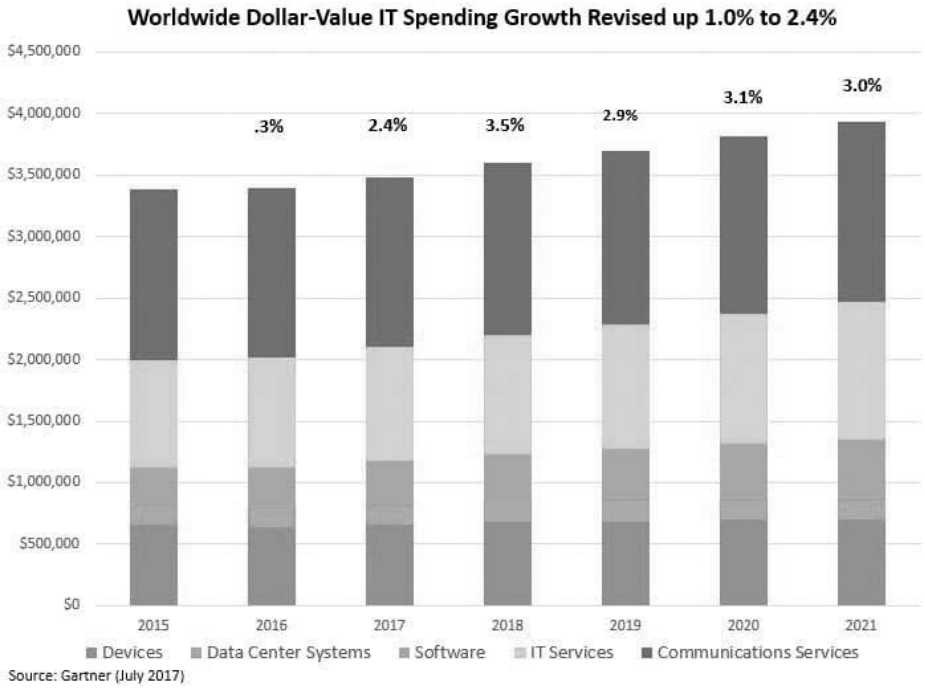
The IT *stack*, hardware, networking, storage, system software, and business software can be compared to a DIY[3] Ikea piece of furniture: one must assemble it himself. This is the mission of the IT department: picking the right suppliers, assembling different components, testing, running the system and supporting internal users, a full-time job. The very notion of having an IT department is something actively pushed in the early days of IT by IBM, in need of a dedicated professional counterpart to talk to, and to sell more to. Because of the constant evolving nature of IT, organizations can't handle that all by themselves. In free market economies, demand is always met by supply. So, over time, independent service providers grew to service organizations. IT service offerings range from consulting, training, software development, business software tuning to specific business needs, running or hosting systems on behalf of clients... In some cases, service companies run the whole process, not just the underlying system: this is what Business Process Outsourcing is about. Today, service accounts for about a third of the total IT industry. Accenture, Cap Gemini or IBM are among the top service players.

Well-run organization always run their financials through a budgeting process. A budget is set for every department or business unit early in the year, adjusted up or down during the year depending on how the organization is doing or how the external environment has evolved. For this reason, departments spend cautiously until they are sure, at the end of the year, that their budget will not be revised down. At that point, they can spend the remaining budget. Being a department, IT follows the same rules. Most of the time, IT spending is reported as "General & Administrative" (G&A) spending (the other two main operating reporting categories are "Sales & Marketing" and "R &D").

We can now infer that the addressable market for IT closely follows G&A spending. As public companies are constantly pushed to improve their productivity, G&A, being "indirect spending", is often pressured down from top management. IT therefore is somewhat torn apart between ever growing needs and a constant race to push costs down. Let's remember that, as a rule, G&A

3. Do It Yourself

represents only a few percentage of total revenues. Simply put, the addressable market for IT is finite, limited by the G&A threshold. For the past few years, IT corporate spending has grown roughly like GDP, according to Gartner Group.



At the end of the nineties, the IT ecosystem branched out to consumers. This move was made possible by the decreasing price of PCs, printers, networking devices and, later in the early 2000s, broadband Internet access. This market remains limited in scope: indeed, very few people want to spend their leisure time running Excel or PowerPoint...

Years before PCs became affordable enough to the average household, consumers were already attracted by two true digital consumer product categories: gaming and mobile devices.

Gaming console market kicked off in the early 80's thanks to Nintendo and Sega. Portable game consoles followed soon with the announcement of the Nintendo's Game Boy in 1989. Of all initial game console vendors, only Ninten-

do and Sony thrived, and Sega survived. Microsoft believed for years a PC was the ultimate gaming console, resisted for years until it reversed course and launched the Xbox in 2001. Very powerful and profitable gaming companies emerged in the process: Electronics Arts, Activision/Blizzard, Sony, Nintendo, Microsoft, NetEase, Tencent to name but a few.

In the early 90's, the first generation of digital mobile phone systems emerged. The killer application was the ability to make phone calls on the go. Their price and weight plummeted swiftly. Over time, handsets became more data-capable: the smartphone era began, fostered by the popularity of Blackberry devices in the late 90s. Eventually, the smartphone as we know it was invented by Apple in 2007. The vendors who made it so far are Samsung, Apple, Xiaomi, Oppo[4]... and of course Google, under the cloak of Android, the dominant smartphone operating system. The bottom line is that the consumer market has an entire distinct profile from corporate IT: buyers are different, the go-to-market strategy is different, branding is different, and unsurprisingly, vendors are different. As such, the consumer market can indeed not be considered as a part of the IT market.

All that said, we can characterize IT according to the following criteria: IT companies sell technology components; the revenues of the IT industry are closely correlated to global corporate G&A spending; productivity is a relevant metric to measure the outcome of IT spending.

2007, the year Apple Computer became Apple

Apple Computer was indisputably the first to successfully market personal computers. Its inspiration came from the PARC, the research arm of Xerox at that time, but Apple greatly improved the graphical user interface and made it extremely fast, easy to use and intuitive. Despite being first-to-market, the irruption of Microsoft's Windows proved to be a very tough challenge. Microsoft licensed Windows to every PC manufacturer bar Apple, who stuck to its proprietary business model). IT departments always seek to standardize on a platform to make their life easier; the standard was Windows. In the mid-nineties, with Microsoft's Windows 95 flying off the shelves, Apple's Macintosh

4. As of Q4 2017, source: https://www.statista.com/statistics/271496/global-market-share-held-by-smartphone-vendors-since-4th-quarter-2009/

was banned from most organizations. This brought Apple on the brink of bankruptcy... until Steve Jobs came back in 1997.

During the following years, with Steve Jobs at the helm, Apple Computer's DNA underwent a progressive yet radical mutation. First came iMacs, envisioned as the ultimate multimedia personal computers, thanks to new applications wrote by Apple itself: iTunes, iMovie, GarageBand, Photos, Keynote. Then, the idea of a portable light-weight intuitive music player came up; the iPod was born in 2001 and sales started to skyrocket in 2005. As it appeared that music players and mobile phones were poised to merge, putting Apple in a defensive mode, the company managed a tour-de-force and released the iPhone, with its revolutionary touch-based user interface, in 2007. It went on to invent the tablet with the iPad announced in 2010. With each incremental step, Apple moved further away from IT territories into Consumer Goods. In January 2007, Steve Jobs announced the Apple TV and, "one more thing ", the iPhone. With three consumer products (iPod, iPhone, Apple TV) out of a total of four (the fourth being the iMac), Steve Jobs announced that Apple Computer would become Apple, turning 2007 into an historical milestone for the company: Apple no longer considered itself a technology company.

Innovation at Apple would no longer be funneled to make better technology products. Instead, technology would be a lever to reinvent an industry. Indeed, the iPod revolutionized the music industry, creating a whole new digital music market Apple would dominate, and badly damaging the music industry[5]. Music majors did not see it coming but Apple had a pretty good vision of what they wanted to achieve; the result was probably beyond their biggest dream.

Apple went on with the iPhone. In 2007, Nokia dominated the handset market with a 40%+ market share and a market cap of €109 billion as of October 29, 2007. Six years later, Nokia "stood on a burning platform[6]" and had no choice but to sell its Devices and Services unit to Microsoft, for a mere €5.5 billion. Two years after, Microsoft wrote-off the entire business and decided to quit the smartphone market. It is estimated that the iPhone has replaced no less than 23 products as shown below[7].

5. Before seeing a return to growth in 2015, the global recording industry lost nearly 40% in revenues from 1999 to 2014, source: IFPI Global Music Report 2017
6. Internal memo from Stephen Elop, then CEO of Nokia, source: https://www.theguardian.com/technology/blog/2011/feb/09/nokia-burning-platform-memo-elop
7. Source: https://www.devost.net/2009/06/18/23-devices-my-iphone-has-replaced/

Meanwhile, Apple's market capitalization grew by a factor of nearly 12X, from $74 billion to nearly $852 billion[8] to become the largest company worldwide as far as market value is concerned. The economist Joseph Schumpeter would have certainly agreed to consider this as one of the best illustration of creative destruction...

With the iPod and the iPhone, Apple did not try to sell or license technology to Nokia or Sony, but instead went directly after the huge consumer goods market, a much broader addressable market than IT. It did so by inventing new markets: portable digital music players, smartphones, tablets, smartwatches...

For companies such as Apple, revenue growth depends on their capacity to attract, some would even say to convert consumers, following a typical *S-Curve* pattern: in 2007, the penetration of smartphones in the sales of new mobile devices was nil; in 2018, it is about 90%. The beauty of a S-Curve is that revenue growth only depends on the ability of a company to navigate along the curve, outsmarting competitors in the execution phases. Digitalization becomes the main growth driver, hence insulating these companies from global economic cyclical downturns.

8. As of January 31, 2018, source: Bloomberg

We call such companies *Digital* and no longer Tech because we can see that a digital company has nothing to do with a technology company. However outstanding as it may seem, Apple is only one among many digital winners.

From Technology to Digital, a new era

Very few technology companies did what Apple pulled out. Most technology companies do not change course. Doing so is a huge challenge for an established company; only a visionary, undisputed leaders such as Steve Jobs could envision it, embody it, galvanize his team to make it happen and turn it into a smashing success.

The following generation of entrepreneurs did not even bother to start as a technology company; they jumpstarted directly with a digital business model. Let's review a few examples.

In 1995, Frenchman Pierre Omidyar founded eBay with the basic idea that Internet was a great medium to help buyers and sellers around the world trade a wide variety of goods and services. The website would be free for buyers, and sellers would be charged fees for listing items. Hence, eBay's revenues are directly related to the volume in dollars of transactions on its web site. derived from a commission taken on every sale on eBay's web site. eBay went public in September 1998. It is valued today[9] $42 billion. In July of 2015, eBay spun off PayPal as an independent company. PayPal is a digital payment processor, taking a cut out of each payment transaction it handles. PayPal is valued $102 billion[10].

In 1994, Jeff Bezos left his employment as vice-president of a Wall Street firm, and moved to Seattle, Washington. He began to work on a business plan for what would eventually become Amazon.com. Bezos named his company "Amazon" because it was a place that was "exotic and different", just what he wanted his Internet venture to be. The Amazon River, he noted, was the biggest river in the world, and he planned to make his store the biggest bookstore in the world[10]. Amazon, excluding Amazon Web Services (AWS, created in 2006, still accounts for less than 10% of total revenue), is a retailer, selling

9. As of January 31, 2018, source: Bloomberg
10. Source: Wikipedia

products and services to consumers. The company went public in 1997. Its current[10] market value is $700 billion.

In 1998, two graduate students from Stanford University, Sergey Brin and Larry Page, had the vision that the web site ranking algorithm they had designed while working on their thesis was a good business opportunity to disrupt Internet information access. At that time, the categorization of the web was done manually by Yahoo! ("Yet Another Hierarchical Officious Oracle"). Brin and Page extrapolated that, given how fast the web was developing, automating information access was the only way forward. Doing so, they literally invented what is now referred to as "search". Yahoo!, the former star of Internet, badly disrupted by Google, never recovered. It ended being acquired by Verizon for $4.5 billion in 2017, most of the value coming from Yahoo's participation in China-based Alibaba. Google offers useful intuitive and addictive services to consumers for free and sells its captive audience to advertisers, a typical media business model. Google, now Alphabet, is valued[10] $817 billion

Mark Zuckerberg partnered with fellow Harvard College students and roomates to launch The Facebook website in 2004. He had the vision that the desire to share and communicate was a huge need for people and nobody was addressing this need through the internet. The business model is like Google's. Facebook is now[10] valued $545 billion.

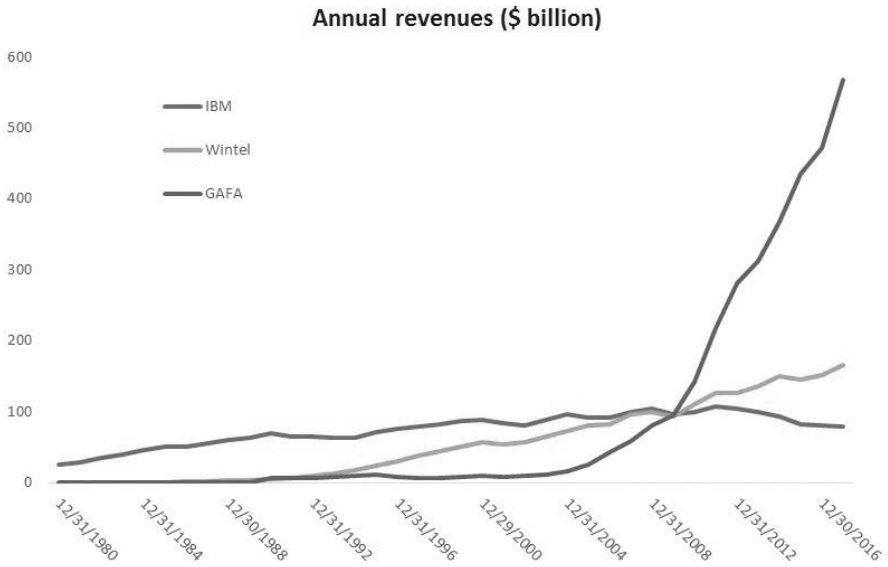
We could go on and on, with the business cases of Tencent and Alibaba in China, Expedia and Priceline.com in the travel industry, Uber in the transportation market, Airbnb in the accommodation market, Spotify, the company which invented music streaming as a business... Airbnb, Spotify, and Uber are rumored to plan their IPO in 2018 or 2019.

These companies share with Apple the same business model: to leverage technology to reinvent or to disrupt a market; to go after a huge addressable market with reinvented rules; to build a platform, an ecosystem to preempt future competition; to go fast and adapt or even change business model whenever needed (to rotate in the start-up jargon), to think big and out of the box.

It is because they are digital companies that they grew so fast and became so big.

Technology companies meanwhile, with the notable exception of Apple, kept on their course. Some are in trouble, some are doing fine. In the investable

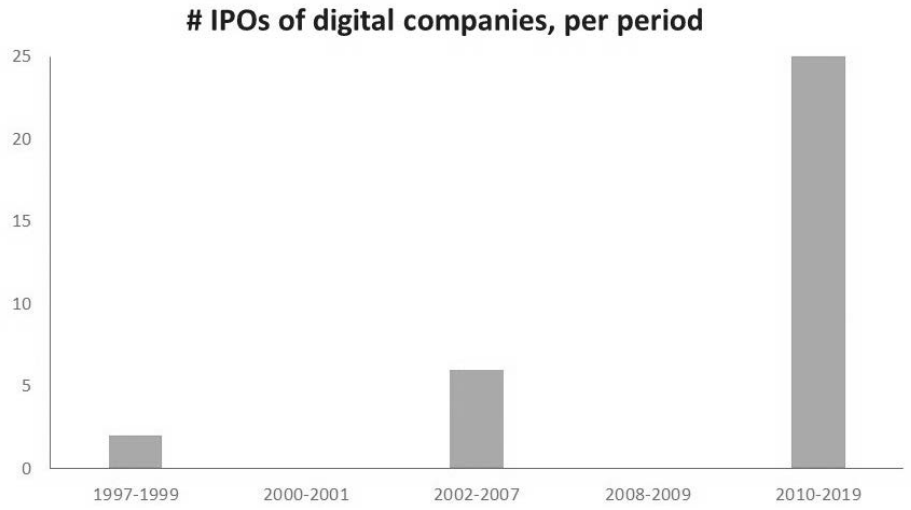
"Digital Universe" carved out by Finaltis, an asset management company with a leading digital investment practice, there are only three technology companies (Microsoft #3, Samsung Electronics #8, Intel#10) in the top 10 market caps. The IBMs, Ciscos, Oracles and Dells of the world, have been pushed out of the top 10 and many have seen their relative weight decrease in the MSCI World index. To put it another way, the bulk of value creation of the last ten years has come from digital companies, not from technology companies. To illustrate that, we compared IBM (the champion of the mainframe technology era), "Wintel" (Intel and Microsoft, the two champions of the PC technology era) and the "GAFA" (the four digital champions; Google, Apple, Facebook, Amazon). Each IT wave is bigger than the former one, which explains that the Wintel group eventually outgrew IBM in revenue. Yet the speed at which the GAFA group overcame both IBM and Wintel is unheard of, clearly showing that these companies play in a totally different league, the "digital league".



2007, the tipping point for the Digital era

We saw that 2007 was the year when Apple officially declared itself a digital company and dropped "Computer" alongside its name.

We looked at a basket of the most emblematic digital companies[11] in the U.S., Europe, and Asia, and noted the date of their IPO (estimated for those already mentioned but not yet listed), retaining only those that have not been acquired. We assume that the date of an IPO is a good indication of a company achieving some maturity level and that viable companies ought to still be listed. The IPO opportunity window was for obvious reasons closed during the 2000-2001 and 2008-2009 periods. The graph below shows that 2007 indeed appears as a reasonable date to time the start of the digital era.



Retrospectively, 2007 is everything but a statistical coincidence. Back in the nineties, investor quickly realized to what extent Internet and the Web were a step change, huge uncharted business opportunities emerging. The Internet storm kept gaining power until it became a hurricane, a bubble in other words, which peaked in March 2000. With technology-based economic disruptions, it is often said that people are too optimistic with the timing and too pessimistic about the ultimate size of the disruption. This adage proved true for the Internet. At the end of the nineties, broadband Internet access and smartphones were still years away; only Silicon Valley folks enjoyed the luxury of several PCs at home and a broadband connection to Internet. A lot of entrepreneurs naive-

11. Airbnb, Alibaba, Alphabet, Amadeus, Amazon, Baidu, Criteo, Ctrip, Expedia, Facebook, GrubHub, Just Eat, Mercadolibre, Pandora Media, PayPal, Priceline, Rocket Internet, Rovio, Sabre, Sina, Snap, Spotifiy, Tencent, Tesla, Tripadvisor, Trivago, Uber, Weibo, Worldline, Yelp, Zalando, Zillo, Zynga (33 companies)

ly thought that the standard of living of average people was like theirs. It was not. What made the wildest dreams of the nineties a reality is a combination of (i) cheap broadband fixed access (ADSL for the most part), (ii) data-ready mobile networks (3G and 4G) economically available for the masses, (iii) affordable Internet-centric smartphones (the ultimate anytime-anywhere personal device). The combination of those three factors only became a reality on a large scale around 2008.

2018, stock markets finally stop classifying digital companies as "Tech"

In 1999, MSCI and S&P Dow Jones Indices, dominant providers of global indices for equity and bond markets, had just finally released for the first time an industry taxonomy, the Global Industry Classification Standard (GICS). GICS consists of 11 sectors (Level 1), 24 industry groups (Level 2), 68 industries (Level 3) and 157 sub-industries (Level 4) into which S&P has categorized all major public companies. The Information Technology industry was acknowledged as important enough to deserve its own Level 1 sector.

When, in the back half of the nineties, "Internet companies" popped up from everywhere, there was no time to really think about what they truly were. As it was widely believed that Internet was a new industry, the choice by default was to categorize them as IT.

Many years later, it became widely accepted that Internet was a medium, a means to an end, not an industry, with the GICS classification in need of profound reshuffling. In November 2017, S&P Dow Jones and MSCI officially announced[12] that most digital companies, previously classified as "Information Technology", would be recategorize on the basis of their business model. Simply put, what is considered as "digital media" (Google, Facebook, Yelp, Tencent) shifts out of IT into a new sector, Communication Services, a blend of the old Telecom sector and Media (digital media and traditional media). Gaming is considered as another media, all media players competing for consumer leisure time; hence, it moves out of Consumer Discretionary into Communication Services. E-commerce market places, such as eBay or Alibaba, are to be considered as full e-commerce participants; hence, they go side by side with Amazon or Rakuten, into Consumer Discretionary. Why Apple is not planned to move

12. Source: https://www.msci.com/documents/10199/d56e739d-4455-4bc1-afdd-d738c2ce5a05

into Consumer Discretionary or Visa and Mastercard into the Financials sector remains an open question: for now, all remain in the IT sector.

Even if a lot of smart investors are savvy enough to bet on future winners, whatever the GICS classification, one should not dismiss the formidable power of sectorial indices, which gave birth to sectorial trackers (low-cost funds tracking an index) and sectorial funds. Investors buying a "macro story" (as opposed to an "equity story") invest in sectorial trackers or funds, which in turn invest in the constituents of the sectorial indices. These stocks rise, attracting even more inflows, more media attention, building up what is called a positive feedback loop. In that respect, GICS now differentiating digital and technology companies is a key factor not to be underestimated.

Technology and digital are different words because they are different worlds. As such, their economic impacts are different; likewise, analytical grids to be applied should differ as well. Let's address two subjects we find quite telling to illustrate these differences: productivity as an analytical tool and societal issues to measure impact.

Where has productivity gone?

In her April 3, 2017 introductory speech at American Enterprise Institute, Christine Lagarde, IMF[13] Managing Director, summarized what many consider an unexplained paradox. On the one hand, innovation seems to be moving "faster than ever, from driverless cars to robot lawyers to 3D-printed human organs". On the other hand, "we can see technological breakthroughs everywhere except in the productivity statistics"[14].

As she puts it: "Over the past decade, there have been sharp slowdowns in measured output per worker and total factor productivity, a well-accepted measure of innovation. In advanced economies, for example, productivity growth has dropped to 0.3 percent, down from a pre-crisis average of about 1 percent. This trend has also affected many emerging and developing countries, including China."

13. International Monetary Fund
14. Source: https://www.imf.org/en/News/Articles/2017/04/03/sp040317-reinvigorating-productivity-growth

We are not economists; we are investors. As such, we have been closely following technology innovation for several decades now, so we will try to bring our modest contribution to the debate. Instead of a macro top down approach, we retain bottom-up observation of the economic impact of the new digital giants and how it does or does not relate to productivity.

First, the often-repeated mantra that "technology is moving faster than ever" remains - at best - an assumption or a perception. As far as we can tell, not only is there no public research supporting this thesis, but the spectrum of diverging opinions on this issue is very wide. The innovation-skeptic camp is well illustrated by the famous book by Robert Gordon, "The Rise and Fall of American Growth", in which it is argued that the 1850-1970 formidable period is a one-time event unlikely to repeat itself anytime soon. Can we really compare the impact of Internet and smartphones to the nearly doubling of life expectancy at birth (from less than 40 years in 1850 to more than 70 in 1970[15]), the irruption of electricity, trains and cars, and the generalization of running water and electricity? The most enthusiastic, like Erik Brynjolfsson & Andrew McAfee, MIT economists and authors of the widely-quoted "The Second Machine Age", think that everything accelerates. In the same vein, some say that we are at the very beginning of what they call the 4th Industrial Revolution (Steam Engine, Electricity, Computer making the first three). Others talk of "Technological Singularity", a mythical tipping point when machines become more "intelligent" than humans and claim command, either reining in humans, as humans did with animals, or even "terminate" humans in the worst scenario.

Whenever "artificial intelligence" is said to make a breakthrough, it seems to crystallize our worst fears. I remember vividly, as a post-graduate visiting scientist at Carnegie Mellon University in the eighties, how people got both excited and fearful about artificial intelligence. The biggest fear at that time was that, the US being perceived as a declining power, Japan would take over the world. In 1982, when Japan's Ministry of International Trade and Industry announced its *Fifth Generation Computer Systems* initiative aimed at creating an "epoch-making computer with supercomputer-like performance and to provide a platform for future developments in artificial intelligence", everybody overreacted. Alas, the project failed miserably. In the mid-eighties, the enthusiasm for AI ebbed away, at which point we entered in the so-called "AI Winter" period which ended only a few years ago. Today, among our worst fears, are

15. Source: https://ourworldindata.org/life-expectancy

inequality, digital divide and unemployment. Unsurprisingly, a lot of self-proclaimed AI gurus and futurologists forecast a society with millions of robots, taking over most human jobs and driving our cars and trucks, triggering a massive underemployment era.

As investors specialized in technology and digital investments, our experience taught us the need to remain simultaneously at the forefront of technology or technology-led disruptions, trying to figure out what a new technology can or can't do, and to look deeply into business models as much as technology, and last but definitely not least, to be extremely picky with timing.

We are very impressed by the progress of *machine learning*, which is the part of "artificial intelligence" where a disruption has indeed occurred, and fascinated to see that machine learning usage is spreading very fast, to the point we may at some point stop talking about machine learning to call it "advanced software". In a sense, machine learning is nothing but advanced analytics. This is about helping decision makers with predictive analytics: what could happen or what people should do rather than given a nice-looking description of what has already happened. Established software vendors have a significant edge as they can get leverage from the tons of data they control, whereas a startup needs to start from scratch. This could by and large explain why we do not – yet? - see a startup disrupting the software landscape, an exact opposite of the cloud disruption that gave birth to Salesforce, Workday *inter alii*. The same observation applies to Internet where Google, Facebook, Amazon, Tencent, Alibaba are all in a rush to leverage machine learning; with no real impact on their respective market shares, so far. This calls for something evolutionary, not disruptive.

Ultimately, machine learning will give machines the ability to analyze their environment through cameras and radars, to move among humans harmlessly, opening a whole range of new markets such as autonomous cars or trucks or planes, smart drones, ... That said, we think that a wide deployment of robots, drones and autonomous cars in our homes, in the streets and in the air will take much longer than the most enthusiasts think, for many reasons.

The second point we would like to make is that, as we explained, most of the innovation goes into the creation of digital, not technology companies. The ambition, the energy and the enthusiasm of entrepreneurs is channeled into reinventing or disrupting industries, competing *against* established companies, not working *with* them, through productivity increases for example. The

friendly supplier-to-customer relationship (Dell, IBM or SAP never compete against their customers) is being replaced by a more confrontational one. With nearly 118 million subscribers, Netflix plans to invest some $8 billion in 2018 to create or to buy its own content, competing against media giants such as Disney, Sony, Time Warner, Vivendi. The first thing Amazon did when it acquired Kiva, an advanced robot company for automating consumer package preparation, in 2012 was to cut out competitors from Kiva's technology. It worked great. As there was no equivalent on the market to replace Kiva, retailers scrambled to find an alternative; and Amazon strengthened again its lead.

Digital transformation is all about improving customer experience, being more transparent and letting consumers be in full control anytime, anywhere. The pendulum has gone from back office productivity-driven investments to front-office sales-driven ones. This is not about being more productive, this is about being more competitive and serving customers better. Winning millennials is the goal: they make up the most demanding population in terms of digital customer experience; and their share of markets can only get bigger, the older and the more affluent they get. For many companies, digital transformation means that consumers now spend a much larger portion of their buying process time surfing through the web, scouting social networks, getting pieces of advices from their "digital friends" or peers through forums and blogs. In the end, customers are more willing to share, and become more informed, savvier consumers. Productivity does not measure that kind of change.

With Internet, advertising has shifted from press and radio to digital, a space dominated by Google and Facebook in developed countries. The total market of corporate advertising has not grown in the process, but the way marketing budgets are spent has changed. Is advertising spending more productive in the digital era? That remains to be seen.

The Internet era translated into a slew of new digital intermediaries, e.g. Zillow in the US. real estate market, Priceline.com, Expedia for travel, eBay or auboncoin.com for consumer-to-consumer trade, BlaBlaCar for carpooling, Just Eat or Deliveroo for restaurant take-out delivery... If consumers value these new services, it also means that restaurants must now deal with new distribution channels.

To put it more bluntly, the productivity metric has mostly become irrelevant in the digital age. The "productivity paradox" is immediately explained - there is no paradox, simply a wrong question - once one reckons we are in a digital era,

not a new technology one. Innovation and value creation need to be measured differently, possibly by looking at the degree of economic disruption, the speed of emergence of new digital invaders in a given industry and how the information gathering process from the buyers changed the buying process as a whole.

The second dimension we suggest we look into is the impact of digital within and upon our society.

Digital Inc. vs Country Inc.

Digital companies, led by the FANG group (Facebook, Amazon, Netflix and Google), have reached a huge scale at a tremendous pace. Yet the fascination and admiration about their amazing success has progressively morphed into fear and mistrust. Societal issues have emerged and there are a lot of them.

Should social networks be held liable for the content posted on their sites? How to define and who should decide what is considered appropriate or offensive content? To what extent should digital companies be allowed to accumulate data on Internet users? What is digital privacy, how should it be protected? What about the right to be forgotten? Why should non-US countries let the NSA siphon out their own data without warning? Who is liable in case of a cybersecurity hack? How will autonomous cars "decide" who to save first if an accident is deemed impossible to avoid and sacrifices are unavoidable? Should European countries let digital companies pay lower or no tax at all because their work relies on intellectual property to be paid for under a different jurisdiction? To what extent foreign states or interest groups can build "fake news" and trick the algorithms that decide which information will be presented on our screens? How do anti-trust authorities can adapt to the new digital landscape? Have some digital companies become monopolies that should be closely watched, more regulated or maybe even dismantled? All are legitimate issues and the pressure on governments to do something is rising.

One core issue is that regulation, which has evolved over time to rule the pre-digital era, has often been made obsolete in the digital age. Regulation changes rarely follow a smooth path but most frequently leapfrog as the interests are alternatively taken into consideration by regulatory bodies; this is even more so when disruptive new entrants enter the game and trigger reactions to their innovative approaches.

Difference of speed is another issue. Digital start-ups move as fast as possible in a land-grab strategy. Technology is not a barrier to entry, the "platform" is: the more subscribers, the higher the value of the platform; the larger the platform, the more attractive it is to new subscribers, in a perfect virtuous cycle. Uber has not invented any new technology; it was just faster than its competition. Uber game plan is nothing but building leading platforms in all the countries where it operates so that it can crush its slower competitors. When it fails, like in China where Didi won the battle, Uber exits the market. On the other side, regulators move at their own – slower - speed.

Lack of knowledge about the other side is another issue. Regulators often know little about digital transformation. Digital entrepreneurs know little about regulation. The latter somehow assume that the problem will be solved afterwards. They prioritize as follows: (i) build a community with a *minimum viable product*, (ii) iterate in a data-centric approach to improve the product until the community has become big enough, (iii) build a business plan, (iv) monetize, (v) scale up. At some point, the two worlds need to synchronize. It is far from easy, nor it is natural to do so, and it often turns quickly to a confrontational tone.

Sometimes, the confrontation gets nasty, with Uber being indisputably one of the most abrasive in that respect. Until recently, Uber had preferred confrontation to discussion, as it was engraved in its DNA by its co-founder and CEO Travis Kralanick. Over time, the board came to realize that a systematic confrontational approach with everybody, not just regulators but also Uber's own drivers, was counterproductive and triggered a change of top management. The pressure from early private equity investors, in need of an exit, was also rising: Uber needed to go public but it was nothing near IPO-ready. Travis Kralanick was eventually pushed out and the former CEO of Expedia, Dara Khosrowshahi was called in. He is known as both a "doer", a "listener" and a good negotiator. His first new corporate rule was "We do the right thing. Period." We can already see a humbler, more "human" Uber through different initiatives set by Dara Khosrowshahi.

Sometimes, the confrontation evaporates because the interests of the digital invader have changed, as is often the case for corporate tax-related issues.

For many years, local U.S. states have been engaged in a legal fight to make Amazon pay taxes like all traditional retailers do - i.e. based on their local presence - even if Amazon had no local warehouses. Amazon's strategy to let legal cases

drag for ages thanks to "legal filibustering" techniques, proved to be pretty successful. The pressure built up for sure. However, more importantly, it became Amazon's interest to densify considerably its warehouse network to keep its ultimate promise: one-hour deliveries in the largest U.S. cities. One-hour delivery is a formidable barrier to entry for its competition; what's more, it increases the available addressable market. One-hour delivery smashes the main reason to go to a brick-and-mortar outlet away. The same applies to Europe. At this juncture, Amazon started to change its stance on tax issues and made peace with local U.S. states one by one and increasingly with European countries.

Airbnb faces a similar situation: there is a strong backlash against its fast development. At first, Airbnb is welcome. It brings more tourists, especially those who cannot afford hotels. It increases the purchasing power of owners who can share their home on a part-time basis making money in the process. Yet too much Airbnb supply, too fast, turns Airbnb in a business *per se*, no longer a sharing activity. When it translates into unwanted real estate inflation, related social issues appear. Municipalities push harder and harder to make Airbnb pay local taxes and to level the playing field between Airbnb and hotels. Some cities have gone as far as making Airbnb illegal, even if such a measure is hardly enforceable.

Airbnb's answer mimics Amazon's: they wait and see until the pressure is too high to be ignored. It seems Airbnb changed its stance recently, negotiating, city by city, trading taxes against full legal recognition, usually with a message which goes like this: "please, update your rules and let us operate legally in your city, and we will agree to pay relevant taxes".

There is yet another unspoken factor, of strategic nature: the regulatory and anti-trust threat. Peter Thiel, the founder of PayPal, and president of Clarium Capital Management (a $3 billion hedge fund), a board member and early investor in Facebook, describes this in "Zero To One", his book about highly disruptive ambitious companies, that seek to reinvent the world, not just improve a process or a technology. These companies target very large addressable markets they can dominate to extract most of the value. The Silicon Valley often refers to these companies as "platform companies", which is nothing but a politically-correct word for "monopolies". Peter Thiel rightfully reminds us that monopolistic companies "lie" to dodge unsolicited attention on the part of regulatory and anti-trust authorities; companies facing strong competitive pressures also "lie" to minimize the impact on their business. As an example, Peter Thiel explains why Google prefers to describe itself as a technology com-

pany, one among many others, rather than one reaping the benefits of a 90%+ market share in Europe, dominating the sensitive search engine market. Doing so, Google successfully managed to postpone anti-trust threats in Europe by several years, and used the respite to become bigger and to, build ever higher barriers to entry, rushing towards what they hope would be a point of no return before potential serious anti-trust backlashes. Google's dodge-and-run strategy is far from being unique: think about Android and its 85% worldwide market share in smartphones IOSs...

Facebook does the same. Facebook's mantra, "Bringing the world closer together", stayed relevant for a long time: Facebook users could share anything they cared about and their "friends" would be notified. Facing a "massive threat" from Twitter back in 2012, Facebook actively courted journalists and adjusted its News Feed channel to fully incorporate news. By the end of 2013, Facebook had doubled its share of traffic to news sites, actively pushing Twitter towards decline. By mid- 2015, Facebook had surpassed Google in referring readers to publisher sites and was now referring 13 times as many readers to news publishers as Twitter[16]. That year, Facebook launched Instant Articles, offering publishers the opportunity to publish directly on the platform. The issue is that, by doing so, Facebook implicitly switched on the media side, precisely what it has always wanted to avoid...

Algorithms take care of filtering and selecting the contents a subscriber is deemed likely to be interested in based on past tastes and biases. Rapidly, it appeared that the system worked as a "filter bubble": the algorithms not only gave the user what (s)he wanted to read, but also tended to favor a reflexive loop leading to the most extreme opinions. The inner workings of such algorithms combined with badly intentioned people, for example during the 2016 U.S. presidential elections, end up with troublesome "fake news". It is all too plausible that Russians, with a limited budget, were in a position to lean on the ballot. All of a sudden, the formidable weight of Facebook seems to put democracy at risk: the voices of those requesting Facebook to be regulated like a media company become stronger and stronger in the US. One can easily understand why Facebook always preferred to be called a technology company...

Extraterritoriality of law enforcement of electronic data is another serious issue. The 1986 Stored Communication Act (SCA) is a law that compels "Internet

16. Source: https://www.wired.com/story/inside-facebook-mark-zuckerberg-2-years-of-hell/amp

Service Providers" to disclose content at the request of the U.S. government, whatever the location of data centers. From a European standpoint, in a digital age where all Internet giants are US-based, the SCA introduced an information asymmetry between Europe and the U.S., and clearly violates the sovereignty of European countries. European authorities have yet to elaborate an adequate response. A positive outcome may originate from U.S. "Internet Service Providers" themselves; they rightly view this as a threat to their non-US business operations. In 2013, Microsoft took the front seat among Internet providers and challenged a warrant issued by law enforcement to turn over emails from a target account stored in Ireland: Microsoft made the point that an American company could not be compelled to produce data stored in servers outside the U.S. The case went all the way through the US legal system, up to the Supreme Court, whose decision is pending.

The platform effect we talked about yields oligopolies, if not monopolies. Investors love it because it means high barriers to entry and fat margins. Google Search's market share was estimated at 75% on a global basis[17]. If we leave Chinese Baidu and Russian Yandex search engines aside, the combined competitors' market shares (Microsoft's Bing, Yahoo!, Ask, DuckDuckGo, Dogpile, AOL) stand at 14%. If we focus on mobile only, Google reaches 93%, leaving a mere 4% to the above-mentioned group of so-called competitors... Russia, to some extent, and China alone have managed to withstand Google.

In developed markets, Google and Facebook suck up most of Internet traffic thanks to their multiple brands: Search, Gmail and YouTube for Google, Facebook, Messenger, Instagram and WhatsApp for Facebook. As a result, the two companies are estimated to command 84% of all online advertising spent in 2017 (ex-China)[18].

If Netflix's growth continues unabated, Netflix will end up controlling the media market.

Depending on data sources, Amazon is estimated to own between 34% and 42% of the U.S e-commerce market in 2017. Fortune forecasts that Amazon

17. Source: www.netmarketshare.com
18. Source: https://www.groupm.com/news/groupm-global-ad-investment-will-grow-43-in-2018-six-countries-to-drive-68-of-incremental-investment

could make up to 50% of all U.S. e-commerce by 2021[19]. Bar Walmart, standing up against such a behemoth in a scale-driven business will be no easy task.

If the trend continues – and why should it not? - anti-trust actions are likely to multiply. In June 2017, the European Commission fined Google €2.42 billion for "abusing dominance as search engine giving illegal advantage to own comparison shopping service". Google obviously appealed, starting a legal marathon. The European Commission is also investigating other dimensions of Google's businesses, including whether Google unduly imposes the installation of its own apps on Android devices.

The bottom line is that the confrontation between digital companies and regulatory & political authorities has just begun, turning in some cases to a direct power struggle. Only time will tell who wins. Each "contender" will need to learn how to deal with its counterpart.

In conclusion

Digital transformation is a deep and structural transformation of business and organizational activities on a global basis to fully leverage the changes and opportunities digital technologies enable. Not only will it shape the way our society functions in the future, but its full impact has yet to be fully analyzed and understood.

With so much at stake, it is important to move beyond the usual clichés about technology to understand what the true agents of change are. Having closely tracked the space for many years as investors, we came to realize to what extent the right use of *Technology* and *Digital* is essential to correctly analyze what digital transformation is about.

Words do matter indeed. We believe that making a clear difference between *Technology* and *Digital* goes beyond semantics and offers a decisive edge towards getting to grips with the ground-shaking impacts of the fast-paced emerging or yet to emerge digitalization trends. Once done so, a lot of issues or so-called paradoxes related to digital transformation become easier to solve and a different analysis framework emerges.

---

19. Source: http://fortune.com/2017/04/10/amazon-retail/

¿ANALFABETOS FINANCIEROS EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA?

Elisenda Tarrats, Nuria Arimany-Serrat y Albert Armisen
Profesores de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

Resumen

En nuestros tiempos, los cambios económicos globales han tenido un fuerte impacto en la construcción de los modelos del siglo XXI. Asimismo, el ejercicio responsable del consumo precisa desarrollar competencias para un uso racional de los recursos económicos. La alfabetización financiera en este sentido es clave para dotar a la ciudadanía de las adecuadas competencias para poder gestionar las finanzas individuales y colectivas a fin de conseguir indicadores financieros equilibrados, huyendo de endeudamientos excesivos o sencillamente de la exclusión financiera. De esta manera garantizamos que la ciudadanía pueda evaluar con mayor efectividad las ganancias o pérdidas potenciales de una determinada operación financiera y contribuir al ejercicio de una ciudadanía responsable. Analizamos a continuación si, desde la educación obligatoria, se puede o debe facilitar el proceso de alfabetización económica y financiera que proporcione las herramientas básicas al futuro ciudadano para entender el mundo económico en el que se está inmerso.

¿Por qué es necesaria una educación financiera?

Las familias y los hogares, en general, han interactuado en los últimos 20 años con los mercados financieros mucho más que en el pasado. Esto conlleva que hayan sido expuestos a un mayor riesgo financiero como consecuencia de la liberalización del mercado financiero y las reformas de política destinadas a promover los ahorros para la jubilación a través de fondos de pensiones privados y cuentas de jubilación individuales. Estas tendencias se han visto reflejadas en todos los países y todas las dimensiones de la economía, aunque a menudo las personas hayan carecido de una adecuada información (Japelli, 2010). En este sentido y a raíz de la crisis del año 2008, se identificaron preocupantes situaciones de pérdida de todos o parte de los ahorros por invertir en productos financieros de escasa seguridad y haciendo hincapié en que no eran conscientes del riesgo que estaban asumiendo (Soler, 2015). Además, el endeudamiento de las familias españolas en el año 2000 era de un 69% de su renta disponible, mientras que en el año 2007 se incrementó hasta un 131%, aunque actualmente es-

tos porcentajes han disminuido. Muchos expertos destacaron y prescribieron el mismo remedio: ofrecer una mayor educación financiera (Greenspan, 2005; Morton, 2005, y Mishkin, 2008).

Esta situación nos obliga a ser críticos para establecer las adecuadas medidas para que no se repita en un futuro próximo. ¿En este sentido puede y debe la educación obligatoria facilitar los conocimientos adecuados que permitan a los ciudadanos disponer de una adecuada alfabetización financiera?

La educación financiera

¿Qué es la educación financiera y qué capacidades podría mejorar? La alfabetización financiera es un conocimiento especializado de experiencia del consumidor en cuanto a cómo se manejan con éxito los asuntos financieros (Alba y Hutchinson, 1987) o una forma de capital humano específico sobre las finanzas personales. Remund (2010, p. 284) argumenta: "La educación financiera es el grado en que uno entiende los conceptos financieros clave y posee la capacidad y confianza de administrar sus finanzas personales a través de una toma de decisiones a corto plazo y una planificación financiera sólida y de largo plazo, consciente de los acontecimientos de su vida y el cambio de condiciones económicas". La educación financiera según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2005) debe proveer de la información y conocimientos necesarios para evaluar los riesgos y las oportunidades financieras y contribuir a una mejor toma de decisiones.

¿Por qué es necesaria una educación financiera? Entre otros podríamos destacar que estamos inmersos en un entorno donde los términos económicos-financieros son muy habituales así como la aparición de nuevos productos financieros complejos. Tal y como destaca la Comisión Nacional del Mercado de Valores (2008): "Hoy día la práctica totalidad de las decisiones importantes en la vida de una persona tienen un componente financiero que afecta no solo al individuo que las toma, sino también a su entorno personal y familiar". En este sentido se demuestra su carácter dinámico; que es un proceso a largo plazo y que va más allá del mero suministro de información y asesoramiento financiero. Otra definición destaca que: "La educación financiera permite a los individuos mejorar la comprensión de conceptos y productos financieros, prevenir el fraude, tomar decisiones adecuadas a sus circunstancias y necesidades y evitar situaciones indeseables derivadas bien de un endeudamiento excesivo o de posiciones de riesgo inadecuadas" (España & CNMV,2008, pág. 12). La alfabetización

económica, por lo tanto, es cada vez más importante para las decisiones de los hogares sobre cómo invertir sus ahorros y cuánto pedir prestado en los mercados financieros. Asimismo, la alfabetización tiene consecuencias de largo alcance para la estabilidad de la economía en general (Japelli, 2010).

Asimismo, la OCDE en sus "Recommendation on Principles and Good Practices for Financial Education and Awareness" de 2005 y la Comisión Europea en la Comunicación de la Comisión de 18 de diciembre de 2007 sobre "La Educación Financiera", recomiendan a los países miembros promover la educación y el conocimiento financiero y, a este respecto, invita a los gobiernos y las instituciones públicas y privadas relevantes a implementar los principios y buenas prácticas para la educación y el conocimiento financieros oportunos.

La Comisión Europea (2007) estableció los Principios Básicos de la Educación Financiera, que sintéticamente establecían que "La educación financiera tiene que promocionarse activamente y debe estar disponible en todas las etapas de la vida de manera continua; los programas de educación financiera tienen que orientarse cuidadosamente de manera que satisfagan las necesidades concretas de los ciudadanos; los consumidores deben recibir educación sobre asuntos financieros y económicos lo antes posible, empezando en la escuela. Las autoridades nacionales deben estudiar la posibilidad de que la educación financiera forme parte obligatoriamente de los planes de estudios; los planes de educación financiera deben incluir instrumentos generales de sensibilización respecto a la necesidad de mejorar la comprensión de los problemas y riesgos financieros; la educación financiera que imparten los prestadores de servicios financieros debe aportarse de manera equitativa, transparente e imparcial. Hay que poner cuidado en que esta educación esté siempre al servicio de los intereses de los consumidores; los formadores en este campo han de contar con la formación y los recursos adecuados para dar cursos de educación financiera de manera fructífera y con confianza; debe promocionarse la coordinación nacional entre los interesados a fin de conseguir una definición clara de funciones, facilitar el intercambio de experiencias y racionalizar y priorizar recursos, la cooperación internacional entre los prestadores de servicios de educación financiera tiene que fortalecerse para facilitar el intercambio de las mejores prácticas; los prestadores de servicios de educación financiera tienen que evaluar regularmente y, en su caso, actualizar los planes que gestionan, para adecuarlos a las mejores prácticas en este campo".

Algunas investigaciones realizadas destacan que una gran proporción de la población adulta sabe muy poco sobre finanzas y que muchas personas no están fami-

liarizadas con los conceptos económicos más básicos, como son; la diversificación del riesgo, la inflación, la capitalización de intereses, e hipoteca y otros instrumentos de deuda (Lusardi, 2008). Por países destacaríamos que los datos muestran unas puntuaciones menores en algunos países latinoamericanos, mientras que en los países escandinavos y del este de Asia son superiores (Japelli, 2010).

Destacamos en nuestro país el estudio realizado por el Instituto para la protección familiar (2014) que analiza la cultura financiera en la familia española y destaca que el 40% de las familias con hijos menores no cuenta con ninguna medida de protección económica, y que solo la mitad de los hogares muestra un interés en recibir educación financiera de forma gratuita. La nota media en cultura financiera que obtienen los españoles es un 5,58 sobre 10.

¿Cuáles deberían ser los objetivos de la educación financiera? La educación financiera comprende tres aspectos clave (Comisión Europea, 2007): a) adquirir un conocimiento y una comprensión en materia de finanzas; b) desarrollar competencias en ese ámbito, es decir, tener capacidad para utilizar los conocimientos en beneficio propio, y c) ejercer la responsabilidad financiera, es decir, llevar a cabo una gestión adecuada de las finanzas personales, realizando elecciones informadas, con conocimiento de los riesgos asumidos.

Es fundamental la inclusión y la educación financiera en el desarrollo de la futura ciudadanía, ya que su desconocimiento provoca que importantes segmentos de la población no tengan acceso financiero, dado que desconocen los productos, transacciones bancarias y las bondades de la bancarización, tanto para ahorrar, como para endeudarse, pagar o invertir (Coates, 2009). Por inclusión financiera se puede entender el "acceso universal y continuo de la población a servicios financieros diversificados, adecuados y formales, así como a la posibilidad de su uso conforme a las necesidades de los usuarios para contribuir a su desarrollo y bienestar" (Heimann *et al.*, 2009, pág. 19).

¿Analfabetos financieros en la educación obligatoria?

Según el Diccionario de la RAE, en su 2.ª acepción "Educación" es Desarrollar o perfeccionar las facultades intelectuales y morales del niño o del joven por medio de preceptos, ejercicios y ejemplos. En esta definición, se diferencia la componente Formativa de la componente Ética, las facultades intelectuales capacitan para tomar decisiones técnicamente correctas y las facultades morales permiten la consecución y preservación de los valores de la vida social, inheren-

tes a la dignidad humana. La función de la educación debe ser la de crear nuevos valores y cultivar la totalidad del ser humano. Asimismo, tal y como señala la OCDE (2004), la educación se puede definir como la comunicación (ideas, conocimientos, estrategias,) organizada y sustentada y que se diseña para producir aprendizaje (OECD, 2004). La educación debe prevalecer durante toda la vida, debiendo ser flexible, diversa y accesible, tanto en el tiempo como en el espacio, es decir, debe existir una educación permanente, adaptada a las necesidades y cambios constantes del entorno profesional (Delors, 2007).

El principal canal para la difusión de una cultura económico-financiera debe ser el sistema educativo por el efecto multiplicador que la educación tiene en estas edades y se debe iniciar en la enseñanza primaria y extenderse a toda la formación primaria, secundaria y bachillerato, independientemente de las opciones de bachillerato y de las preferencias universitarias.

En España no existe ninguna materia de educación obligatoria específica de contenido económico-financiero. Aparece de forma transversal y consecuentemente no puede ser tratada con el nivel de profundidad que requiere. Es desde la reforma de la LOMCE cuando se incluye por primera vez los temas de economía personal en el currículum de cuarto de ESO. En este currículum se pueden tratar conceptos financieros, productos financieros, mercado inmobiliario, mercado de valores y entre otros el marco jurídico del consumidor financiero con el objetivo de mejorar su conocimiento y toma de decisiones en un futuro próximo. Aunque es una asignatura optativa y los alumnos no tienen que cursarla obligatoriamente.

La importancia de la educación financiera no es exclusiva de las personas mayores, sino que también es necesaria para los jóvenes, como futuros usuarios de servicios financieros. Además, existe la conciencia de que su aprendizaje temprano y su incorporación en los planes de estudio facilitan su adquisición. Como ha destacado la OCDE (2010): "Las jóvenes generaciones es probable no solo que se enfrenten a una complejidad creciente en los productos, servicios y mercados financieros, sino también es probable que soporten más riesgos financieros en su etapa adulta que sus padres".

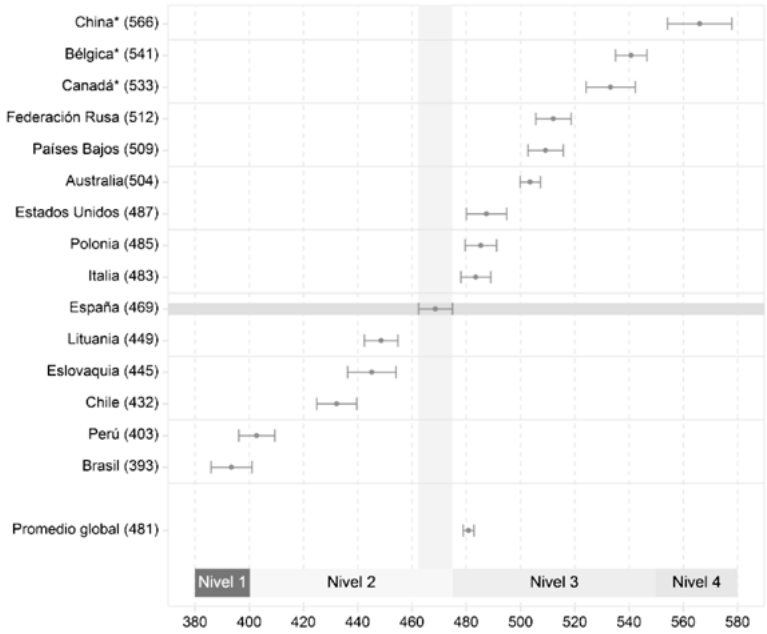
La importancia de la competencia financiera para desenvolverse en la sociedad actual se ha reconocido también a nivel mundial y por este motivo se ha llevado a evaluarla en el marco del Informe PISA que al finalizar la etapa obligatoria de la educación tiene por objetivo:

- Analizar el nivel de preparación de los estudiantes de 15 años en dicha competencia y ver si son capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades financieras en la toma de decisiones ante problemas relacionados con el dinero, así como de realizar adecuadamente planes financieros.
- Conocer qué parte de esta competencia de los alumnos puede ser explicada por sus conocimientos de matemáticas, lectura y ciencias o por el desarrollo económico de los países en los que residen.

Los países y economías participantes en esta evaluación de la competencia financiera fueron 15 en el año 2015. 10 países o economías pertenecientes a la OCDE: (Australia, Bélgica, Canadá, Chile, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Italia, Países Bajos y Polonia); y 5 países o economías no pertenecientes a la OCDE (Brasil, Regiones de China 3, Federación Rusa, Lituania y Perú).

Los principales resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla donde se muestra la puntuación media estimada para cada país junto con su intervalo de confianza del 95%. Esta estimación, nos permite ver la comparación obtenida por los diferentes países participantes:

Figura 1. Puntuaciones medias estimadas e intervalos de confianza al 95% para la media poblacional de competencia financiera (PISA, 2015)



Las mejores puntuaciones en competencia financiera las obtienen las Regiones de China con 566, le sigue Bélgica con 566 y Canadá con 533. Las peores puntuaciones en competencia financiera son las que obtiene Chile con 432, Perú con 403 y finalmente Brasil con 394. La diferencia entre el país que obtiene la mejor puntuación y el que obtiene la peor puntuación es de 173 puntos.

Los resultados obtenidos por España no son muy alentadores. España, con una puntuación de 469, se sitúa significativamente por debajo de la media del conjunto de los 15 países participantes (tanto de la OCDE como asociados), por lo que se sitúa en el décimo puesto en puntuación y competencia financiera entre los quince países y economías que realizaron el estudio y el octavo de los 10 países miembros participantes.

¿Cómo podemos interpretar los datos obtenidos con el nivel de competencia financiera obtenida por los alumnos? El rendimiento se describe en cinco niveles y cada uno de ellos tienen 75 puntos más un nivel inferior al 1 que recoge al alumnado que no alcanza los 325 puntos. De esta manera, una diferencia de un nivel de rendimiento representa una importante brecha de conocimientos, habilidades y destrezas por parte del alumno.

El nivel 1 indica unas destrezas muy básicas que les permiten identificar productos y términos financieros comunes, y de interpretar información relativa a conceptos financieros básicos, como reconocer la finalidad de una factura. Son capaces de discriminar entre lo que se necesita y lo que se desea, y pueden tomar decisiones simples en relación con el gasto diario, tales como identificar el valor comparando el precio por unidad. También pueden aplicar operaciones numéricas básicas en contextos financieros que les resulten muy familiares.

El nivel 2 muestra un nivel inicial en su competencia que les permite desenvolverse en contextos que les son cercanos y familiares, por ejemplo, comparar si resulta más económico hacer una compra en el mercado en pequeñas o grandes cantidades o identificar información numérica en una factura.

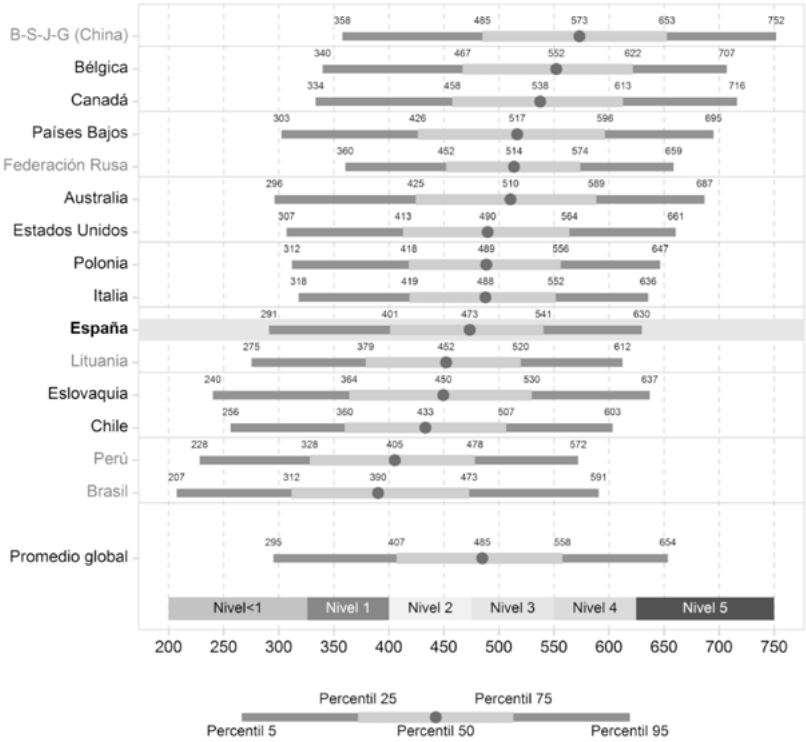
Los estudiantes de Nivel 3 presentan un nivel más autosuficiente que les permite analizar las consecuencias de sus decisiones de gasto y hacer planes simples de financiación en contextos familiares. Son capaces de evaluar distintas condiciones de un préstamo o interpretar y valorar si una factura es correcta aplicando operaciones numéricas básicas y considerando el pago de impuestos o los gastos de envío.

El Nivel 4 supone que los alumnos pueden aplicar su conocimiento a conceptos, términos, productos financieros y contextos menos comunes para ellos, pero que les serán relevantes a medida que avancen hacia la edad adulta, como son la gestión de una cuenta bancaria o el interés compuesto en productos de ahorro.

Finalmente, el nivel 5 implica que los alumnos son capaces de completar los ítems más complejos que, por ejemplo, les permiten describir las posibles consecuencias de las decisiones mostrando una comprensión más amplia del panorama financiero, como el impuesto sobre la renta o diferentes opciones de inversión.

En la siguiente figura mostramos una distribución más completa que recoge las puntuaciones en los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 en la competencia financiera y los intervalos de rendimiento.

Figura 2. Puntuaciones medias estimadas en los percentiles 5, 25, 50, 75 y 95 en competencia financiera (PISA, 2015).



Tal y como podemos observar en la figura, la diferencia entre las puntuaciones 5 y 95, en el conjunto de países que realizaron la evaluación de competencia financiera, es de 356 puntos, equivalente a más de cuatro niveles de rendimiento. Esta diferencia puede interpretarse como una medida robusta de la dispersión de los datos, una vez eliminado el 10% de las puntuaciones más altas y más bajas de forma simétrica. Las mayores dispersiones se observan en Eslovaquia (397 puntos), Regiones de China (394 puntos) y Países Bajos (392 puntos), países en los que el rendimiento de los alumnos en la competencia financiera es menos equitativa. Contrariamente, la Federación Rusa con (298 puntos) presenta la menor de las dispersiones. En el caso de España se destaca una diferencia de 338 puntos, que indica un grado de dispersión inferior y consecuentemente mayor equidad al promedio global de 358 puntos.

En conclusión y según los datos presentados por el informe, uno de cada cuatro adolescentes españoles de 15 años (exactamente, un 24,7%) no llega al nivel mínimo de competencia. No obstante, la media de los países desarrollados tampoco se encuentra tan lejos, con un 22%. Estos datos quieren decir que los alumnos son capaces de entender el objetivo de un documento financiero como una factura, pero no explicar los principales productos financieros, saber diferenciar entre lo que se necesita y lo que se quiere o tomar decisiones razonadas en el gasto cotidiano.

En cuanto a la correlación entre competencia financiera y las otras competencias evaluadas en el Informe PISA, destacamos que existe una correlación positiva entre competencia financiera y las competencias matemática y lectora. El informe destaca que dichas competencias se relacionan hasta en un 58%.

En nuestro país otras investigaciones a niveles superiores de educación señalan la misma preocupación. La encuesta piloto promovida por el Instituto de Estudios Financieros que efectuó un set de preguntas simples sobre temas financieros a jóvenes universitarios, llegó a la conclusión de que aunque no existe prácticamente exclusión financiera, el nivel de competencia financiera es muy bajo y podríamos definir a la situación cómo "inclusión analfabeta" (Institut d'Estudis Financers i Fundació Ferrer i Guàrdia, 2009).

Otras investigaciones en la misma dirección destacan los bajos niveles de alfabetización por parte de los estudiantes de secundaria de Estados Unidos mediante la investigación Jump Start Coalition for Personal Financial Literacy (Mandell, 2004). Esta encuesta de carácter bianual identifica habilidades bá-

sicas de administración financiera personal. La falta de conocimiento financiero de los estadounidenses se manifiesta en el conjunto de la población de 18 a 97 años según la encuesta de consumidores que realizó la universidad de Michigan (Hilgert y Hogarth, 2002). En general, la investigación encontró que los estadounidenses respondían correctamente solo a dos tercios de las preguntas planteadas. Disponían de una adecuada información sobre hipotecas (81 por ciento de respuestas correctas), seguida de patrones de ahorro (67 por ciento de respuestas correctas), tarjetas de crédito (65 por ciento de respuestas correctas) y gestión financiera en general (60 por ciento de respuestas correctas). Los encuestados mostraban un menor conocimiento sobre los fondos de inversión y el mercado de valores. La investigación de Haiyang y Volpe (1998) destaca también que entre 1.000 alumnos de diferentes universidades se identificó la necesidad de mejorar sus conocimientos financieros obteniendo una nota media del 53% siendo la mínima aceptable del 65%. Posteriormente, en 2005, el National Council on Economic Education realizó una nueva encuesta obteniendo unos resultados similares (Lusardi y Mitchell, 2007).

Fracaso escolar en la educación obligatoria

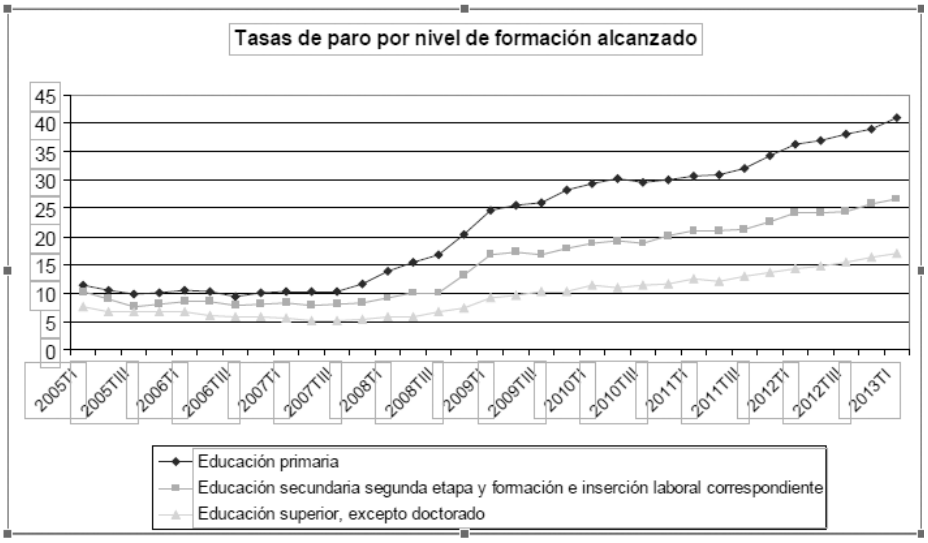
Si bien los datos mostrados sobre los bajos niveles de educación financiera son preocupantes por sí mismos, los políticos destacan las implicaciones que tiene el analfabetismo financiero en el comportamiento futuro del ciudadano. En este sentido, Hogarth, Anguelov y Lee (2005) señalan que los consumidores con bajo nivel educativo están desproporcionadamente representados entre los "No bancarizados", aquellos que carecen de cualquier tipo de cuenta de transacción.

Un aspecto fundamental a destacar y que puede incidir en la adquisición de la competencia financiera es el alto índice de fracaso escolar en el sistema educativo español situado en un 20% (INE, 2015), aunque exista una tendencia positiva, dado que en 2005 la tasa era del 31%. Específicamente en Cataluña los datos son ligeramente inferiores, situándose en un 18,9%, aunque están lejos de la media de la Unión Europea del 11,0% (Eurostat, 2015).

Este abandono temprano de la educación obligatoria supone que los alumnos muestren carencias significativas en la competencia básica matemática que incluye aplicar el razonamiento matemático para resolver cuestiones de la vida cotidiana (LOMCE - Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre).

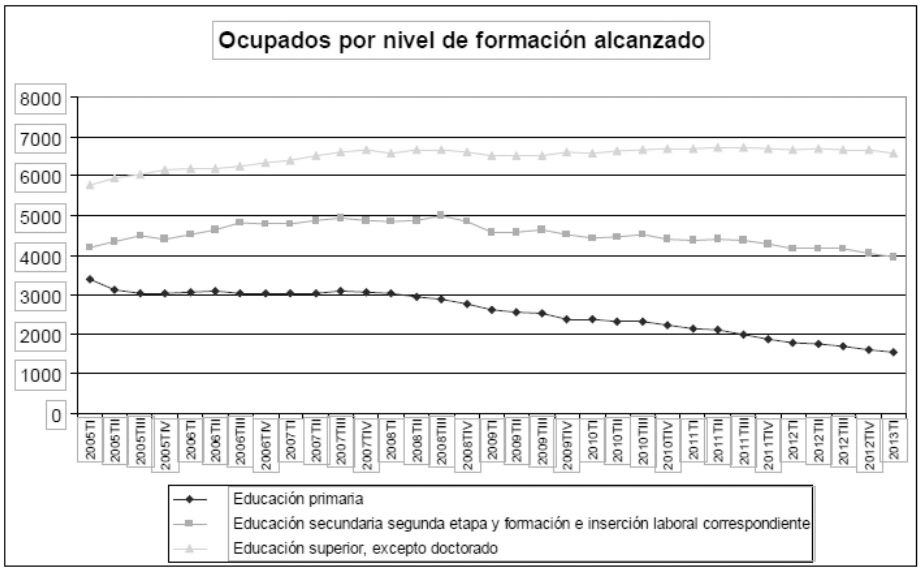
Además, este abandono temprano puede conllevar otras problemáticas asociadas como el desempleo que contribuya a hacer más vulnerable este colectivo. Desde el inicio de esta crisis, el número de personas empleadas ha caído, pero no todos los grupos de educación han sufrido igual la caída, aproximadamente el 80% de las personas en situación de desempleo se concentró en personas con un bajo nivel educativo, equivalente a la Enseñanza Secundaria Obligatoria o menos. Por el contrario, el empleo de las personas con estudios superiores (titulados universitarios) ha sido más resistente al período de crisis.

Tabla 1. Tasas de paro según nivel de formación alcanzado (EPA, 2013)



El resultado puede verse en los siguientes gráficos, obtenidos a partir de la EPA (Encuesta de Población Activa) del primer trimestre de 2013.

Tabla 2. Ocupados según nivel de formación alcanzado (EPA, 2013)



De estos gráficos, podemos concluir que casi tres millones y medio de las personas españolas en situación de desempleo tienen un nivel educativo bajo. Asimismo, el porcentaje de población activa de 55 a 64 años que dispone de un nivel de educación secundaria (2.ª etapa) asciende al 18,1% (INE, 2015).

Efectos de un analfabetismo financiero

En el estudio de la OCDE, "Improving Financial Literacy. Analysis of Issues and Policies"(2005) y otros estudios realizados, se diagnostica que los individuos que no han adquirido una adecuada competencia financiera se caracterizarán por:

- Los ciudadanos muestran dificultades para gestionar su situación financiera y evaluar los riesgos que asumen dado que tienen dificultad para entender los conceptos generales y actúan con falta de planificación.
- El ciudadano no tiene ni conocimiento, ni formación, ni cultura económico-financiera. La información financiera les es difícil de encontrar; a veces, llega de forma no muy rigurosa procedente de los medios de comunicación e internet.

- Los ciudadanos se sienten más capacitados de lo que realmente están. La Comisión Europea señaló que el primer paso es sensibilizar a los que "no saben que no saben de asuntos financieros".
- Existe una alta correlación entre la cultura financiera y el estatus socioeconómico, y las mayores carencias se asocian con los niveles más bajos de renta y de ahorro y con los menores niveles educativos.
- Los jóvenes entre 18 y 24 años son los que muestran mayor desinterés, desconfianza y son los menos activos en relación con los temas financieros.
- El comercial de los servicios financieros no utiliza un lenguaje claro y fácil para comunicarse con los clientes.

Banks y Oldfield (2007) en su investigación analizaron la capacidad numérica y otras dimensiones cognitivas en una muestra de adultos procedentes de Inglaterra y descubrieron que los niveles de aritmética están fuertemente correlacionados con las medidas que los sujetos decidían sobre sus planes de ahorro e inversiones para su jubilación. En este sentido, unas adecuadas bases numéricas pueden predecir una mejor jubilación a nivel de ingresos (Banks *et al.*, 2010).

Adams y Rau (2011, p. 6) destacan en su investigación: "Quizás uno de los hallazgos más sólidos en toda la literatura es que la educación financiera (un factor cognitivo...) juega un papel clave en la preparación financiera para la jubilación. Tanto los estudios experimentales como los no experimentales demuestran que la comprensión de los principios básicos del ahorro, como el interés compuesto, tiene un efecto directo en la preparación financiera. Este efecto se mantiene después de controlar las características demográficas.

Asimismo, Smith *et al.* (2010) destacan en su investigación la relación entre la riqueza del hogar y el nivel cognitivo de ambos cónyuges.

Si las personas disponen de una adecuada educación financiera, mejorará su toma de decisiones y contribuirá a la estabilidad del sistema financiero, apoyando con ello a la banca central, además de que se fortalece la bancarización (inclusión financiera) y se dota de herramientas, sobre todo a los jóvenes, que les permitan un mejor desarrollo (Coates, 2009). Otras investigaciones señalan la relación positiva entre elevados conocimientos financieros y el adecuado comportamiento financiero con una relación causal positiva (Hilgreth, Hogarth y Beverly, 2003).

La educación financiera viene a ser un proceso del que gradualmente pueden obtenerse beneficios, a nivel personal, familiar, social y en el crecimiento económico (Coates, 2009)

Conclusiones

La alfabetización financiera permite el desarrollo de ciudadanos libres, responsables y conscientes de sus decisiones económicas. En la actualidad, España, financieramente hablando, es un país moderno con un sistema financiero equiparable a cualquier país del entorno y requiere que sus ciudadanos adquieran una mayor educación económico-financiera. Una falta de alfabetización financiera puede conllevar una menor capacidad de las personas para ahorrar e invertir para su jubilación comprometiendo en un futuro su bienestar.

Mediante la educación obligatoria debemos desarrollar las competencias necesarias para que la persona pueda integrarse con efectividad a su lugar de trabajo y mantenerlo o proyectarlo en su vida activa, así como otras dimensiones que le permitirán tener una vida personal, social y familiar satisfactoria, incluso cuando el individuo se jubile. Actualmente, la educación obligatoria no consigue poder ofrecer al futuro ciudadano un nivel adecuado de alfabetización financiera. Las altas tasas de fracaso escolar no contribuyen a ello. Aunque las propuestas de la OCDE y de la Comisión Europea instan a formar a toda la población escolar (enseñanza obligatoria para todos los alumnos) y a los ciudadanos que están fuera del sistema educativo.

Asimismo, tal y como hemos destacado en algunas investigaciones, un nivel más alto de formación no es un indicador asegurado de mayor competencia financiera. Aunque los resultados no son muy alentadores, es importante seguir formando y analizar si el medio, la escuela o instituto, la capacidad didáctica del profesorado y los medios implicados son suficientemente adecuados para conseguir nuestros objetivos. Es importante ofrecer a los ciudadanos/consumidores las herramientas que contribuirán a mejorar y adaptar sus comportamientos y que, en definitiva, contribuirán a su futuro bienestar.

El principal canal para la difusión de una cultura económico-financiera debería ser el sistema educativo, por el efecto multiplicador que la educación tiene y beneficiarnos de la obligatoriedad de la formación en estas edades para asegurar la competencia mínima necesaria. Sería recomendable iniciar en la ense-

ñanza primaria y extenderse a lo largo de la formación obligatoria secundaria y poder seguir en bachillerato y a nivel de grado universitario.

Referencias Bibliográficas

Banco de España - Eurosistema y CNMV. 2008. Plan de Educación Financiera 2008-2012. www.cnmv.es y www.bde.es

Banks, J. y Oldfield Z. (2007). "Understanding pensions: cognitive function, numeracy and retirement saving", Fiscal Studies, vol. 28(2), pp. 143–70.

Banks, J., O. Dea C. y Oldfield Z. (2010). "Cognitive function, numeracy and retirement saving trajectories", Economic Journal, this issue.

Coates, K. (15 de diciembre de 2009). Educación Financiera: Temas y Desafíos para América Latina. Conferencia Internacional OCDE – Brasil sobre Educación Financiera. Río de Janeiro, Diciembre, 15-16, 2009:http://www.oecd.org/dataoecd/16/20/44264471.pdf

Comisión Europea. 2007. Comunicación de la Comisión: "La Educación Financiera", COM (2007) 808.

Delors, J. (2007). La Educación Encierra un Tesoro. UNESCO: http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF

Domínguez, J. M.ª (2011). Educación financiera para los jóvenes: balance de una experiencia. Extoicos n.º 2.

Elpais.es. 2014. La deuda de las familias. http://economia.elpais. com/economia/2014/02/07/actualidad/1391768995_467025.html

España, B. D. y CNMV. (Mayo de 2008). Plan de Educación Financiera 2008-2012. http://www.bde.es/webbde/es/secciones/prensa/EdU_Financiera_final.pdf

Haiyang, C. y P. Volpe. 1998. An Analysis of Personal Financial Literacy Among College Students. Financial Services Review, 7(2): 107-128

Heimann, U. *et al.* (mayo de 2009). Inclusión Financiera. Mapa estratégico de inclusión financiera: una herramienta de trabajo. http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/boletinpatmir/estudios/Mapa%20Estrat%C3%A9gico%20de%20Inclusi%C3%B3n%20Financiera.pdf

Hilgert, M. y Hogarth, J. (2002): "Financial Knowledge, Experience and Lear-

ning Preferences: Preliminary Results from a New Survey on Financial Literacy." Consumer Interest Annual. 48.

Hilgert, M. A.; Hogarth, J. M. y S. G. Sondra. 2003. Household financial management: the connection between knowledge and behavior. 89 Fed. Res. Bull. 309.

Institut d'Estudis Financers i Fundació Ferrer i Guàrdia, Institut d'Anàlisi Social i Polítiques Públiques. 2009. Coneixements financers dels joves universitaris. Estudi pilot sobre educació financera a les universitats públiques catalanes.

Instituto para la Protección Familiar. 2014. La cultura financiera en la familia española.

Lusardi, A. y O. S. Mitchell. 2007. Financial literacy and retirement preparedness: Evidence and implications for financial education programs. CFS working paper, n.º 2007, 15.

Lusardi, A. (2008). "Household saving behavior: the role of literacy, information and financial education programs", NBER Working Paper n.º 13824.

Mandell, Lewis. 2004. Financial Literacy: Are We Improving? Jump$tart Coalition for Personal Financial Literacy.

OECD. (2004). OECD Handbook for Internationally Comparative Education Statistics: Concepts, Standards, Definitions and Classifications. http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9604031E.PDF

OECD. 2005. Improving Financial Literacy: Analysis of Issues and Policies. OECD Publications.

OECD. (Julio de 2005). Recommendation on Principles and Good Practices for Financial. http://www.oecd.org/dataoecd/7/17/35108560.pdf

OECD (2010): "PISA 2012 FINANCIAL LITERACY FRAMEWORK".

OECD (2013): "PISA 2012 ASSESSMENT AND ANALYTICAL FRAMEWORK".

www.coleconomistes.cat
Col·legi d'Economistes de Catalunya
Plaça Gal·la Placídia, 32. 08006 Barcelona

Empreses patrocinadores:

abertis · Agbar · Sabadell · CaixaBank · Caixa d'Enginyers · cellnex · GRIFOLS · NOVARTIS · saba · SEAT

Empreses col·laboradores:

Fira Barcelona · hp · Port de Barcelona · SCIPEDIA · SERHS