



SESIÓN ACADÉMICA INTERNACIONAL: SINAIA-RUMANIA



Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

**NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO
Y POSIBILIDADES DE UN SISTEMA
FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA**

**SOLEMNE ACTO ACADÉMICO CONJUNTO
ENTRE EL BANCO NACIONAL DE RUMANIA,
LA ACADEMIA RUMANA Y LA REAL
ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS
Y FINANCIERAS DE ESPAÑA**

Sinaia - Rumania, 1 - 7 de junio de 2026



National Bank of Romania



Romanian Academy



The National Bank of Romania, established in 1880, is the central bank of the Romanian state and has as its fundamental objective the assurance and maintenance of a public good-price stability. It is a member of the European System of Central Banks. Among the most important activities are: sets the monetary policy interest rate and standing facilities, based on which it can lend to or accept deposits from commercial banks; issues banknotes and coins used for payments; authorizes, regulates, and supervises credit institutions and the entire financial system to reduce risks and maintain safety; promotes and monitors the proper functioning of payment systems; manages Romania's international reserves.

Through all its activities, the NBR contributes to ensuring a strong and stable economy for the public it serves: the citizens of the Romanian state.

The Romanian Academy is Romania's highest scientific and cultural forum, being the main actor in fundamental research through its network of institutes. It was founded in Bucharest on April 1, 1866 - the Romanian Literary Society - which, however, began its activity the following year, under the name of the Romanian Academic Society, it gained national status by royal decree in 1879 by King Carol I with the current name of Academia Română - the Romanian Academy. From the very beginning, the newly founded institution was a national, encyclopaedic and active society.

It is an autonomous institution whose executive leadership is a Board consisting of a President, four Vice-Presidents, and a Secretary General. The Academy is organized into 14 specialised sections. It has 181 Romanian full and corresponding members elected for life and honorary members from Romania (maximum 40) and abroad (maximum 95). Although, it has concluded collaboration agreements with similar academies and institutions from over 40 countries.

Los orígenes más remotos de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España se remontan al siglo XVIII, cuando en 1758 se crea en Barcelona la Real Junta Particular de Comercio.

El espíritu inicial que la animaba entonces ha permanecido hasta nuestros días: el servicio a la sociedad, a partir del estudio y de la investigación., es decir, actuar desde la razón y desde el humanismo. De ahí las palabras que aparecen en su escudo y medalla: "Utraque Unum".

La forma actual de la Real Corporación tiene su gestación en la década de los años 30 del pasado siglo. Su recreación se produce el 16 de mayo de 1940. En 1958 adopta el nombre de Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. En el año 2017 se incorpora, con todos los honores, en la máxima representación científica española: el Instituto de España.

En estos últimos años se ha potenciado de tal manera la internacionalización de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España que hoy es considerada la Real Academia con mayor número de convenios de Colaboración Científica de nuestro país. Su alto prestigio se ha asentado, principalmente, en cuatro direcciones. La primera de ellas, es la incorporación de grandes personalidades del mundo académico y de la actividad económica de los estados y de las empresas, con seis Premios Nobel, cuatro ex Jefes de Estado y varios Primeros Ministros.

La segunda, es la realización anual de sesiones científicas en distintos países junto con altas instituciones académicas de otros Estados, con los que se han firmado acuerdos de colaboración.

En tercer lugar, se están elaborando trabajos de estudio y análisis sobre la situación y evolución de los sistemas económico-financieros de distintas Naciones, con gran repercusión, no sólo en los ámbitos propios de la formalización científica, sino también en la esfera de las relaciones económicas, empresariales e institucionales. En cuarto lugar, su principal, aunque no exclusivo, ámbito de trabajo se ha focalizado en la búsqueda y hallazgo de una vía de investigación nueva en el campo económico desde sus mismas raíces, con objeto de incorporar, numéricamente, el inevitable grado o nivel de subjetividad del pensamiento y decisión de los humanos. Por ello, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras es conocida mundialmente por cuanto sus componentes forman parte y protagonizan la llamada **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

La inmortalidad académica, cobra, así, su más auténtico sentido.

Jaime Gil Aluja
Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas
y Financieras de España

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE
UN SISTEMA FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA
(Solemne Acto Académico Conjunto entre el Banco Nacional de Rumanía, la Academia
Rumana y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España.)

La realización de esta publicación
ha sido posible gracias a



con la colaboración de



Fundación "la Caixa"

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE
UN SISTEMA FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA

(Solemne Acto Académico Conjunto entre el Banco Nacional de Rumanía, la Academia
Rumana y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España.)

Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Naturaleza, funcionamiento y posibilidades de un sistema financiero sin moneda física”.
/ Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

Bibliografía

ISBN- 978-84-09-89461-1

I. Título II. Gil Aluja, Jaime III. Colección

1. Economía 2. Algoritmos humanistas 3. Sistema financiero 4. Moneda digital 5. Europa

La Academia no se hace responsable
de las opiniones científicas expuestas en
sus propias publicaciones.

(Art. 41 del Reglamento)

Editora: ©2026 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona.

www.racef.es

Fotografías de cubierta e interior: ©2026 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona

Académica Coordinadora: Dra. Ana Maria Gil-Lafuente

ISBN- 978-84-09-89461-1

Depósito legal: B 17547-2026



Obra producida en el ámbito de la subvención concedida a la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Esta publicación no puede ser reproducida, ni total ni parcialmente, sin permiso previo, por escrito de la editora. Reservados todos los derechos.

Imprime: Ediciones Gráficas Rey, S.L.—c/Albert Einstein, 54 C/B, Nave 12-14-15
Cornellà de Llobregat—Barcelona
Impresión septiembre 2026



Esta publicación ha sido impresa en papel ecológico ECF libre de cloro elemental, para mitigar el impacto medioambiental

PROGRAMA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE
UN SISTEMA FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA

*Seminario Internacional entre el Banco Nacional de Rumanía, la Academia Rumana
y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España.*

1 - 7 de junio de 2026

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Mugur Isărescu

Gobernador del Banco Nacional de Rumanía
“Opening Conference”.

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras
“La Real Academia ante un cambio en el sistema de circulación monetaria”.

SESIONES ACADÉMICAS - PRIMERA PARTE

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras
“Elementos formales y técnicos de los algoritmos humanistas”.

Dr. Fernando Casado Juan

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas
y Financieras
“Dinero digital y dinero real. Central bank digital currencies (cbdc)”.

Sr. Ovidiu Slăvoiu

Consultor estratégico del Banco Nacional de Rumania.
“Stablecoins and the transformation of monetary trust in the digital age”.

PROGRAMA

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“El papel de los algoritmos humanistas”.

Dra. Luminița Chivu

Miembro correspondiente de la Academia Rumana

“Zonas rurales de Rumanía. Demografía - inclusión financiera - valores”.

Dr. Vicente Liern Carrión

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Los algoritmos humanistas que reclama la sociedad”.

Dra. Montserrat Guillén Estany

Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Los riesgos ocultos de las finanzas sin efectivo”.

Dr. Varujan Vosganian

Investigador principal del Instituto Nacional de Investigaciones Económicas «Costin C. Kirițescu» de la Academia Rumana.

“Les perspectives d’un système financier sans monnaie physique”.

Dra. Ana Maria Gil-Lafuente

Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“La subjetividad en los procesos de relación”.

Dr. Eugen Dijmărescu

Investigador senior del Instituto Nacional de Investigaciones Económicas «Costin C. Kirițescu» de la Academia Rumana.

“The Balkan puzzle: will it turn to a stability and development pole?”.

Dr. Víctor G. Alfaro-García

Profesor de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

“La digitalización de los algoritmos humanistas. Preservar un legado y ponerlo al servicio de las personas”.

SESIONES ACADÉMICAS - SEGUNDA PARTE

Dra. Ana Maria Gil-Lafuente

Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“La digitalización de la moneda vs la necesidad del efectivo: un análisis estructural”.

Dr. Claudiu Negrea

Director del Departamento de Vigilancia de Infraestructuras de los Mercados Financieros y de Pagos, Banco Nacional de Rumanía.

“The impact of new technologies in Europe and the transition to the digital euro by 2030. Challenges, risks, and opportunities for Romania”.

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Un algoritmo humanista de asignación de productos financieros a segmentos sociales”.

Sr. Ovidiu Slăvoiu

Consultor estratégico del Banco Nacional de Rumania.

“Money, work and human autonomy in an algorithmic economy”.

Dr. Valeriu Ioan-Franc

Miembro de la Academia Rumana.

“Quelques aperçus de l’économie humaniste”.

Dra. Montserrat Guillén Estany

Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Teoría de la agrupación y algoritmos humanistas en la era del machine learning”.

Dr. Valeriu Ioan-Franc

Miembro de la Academia Rumana.

“Quatre inquiets sur l’avenir”.

Dr. Vicente Liern Carrión

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Un algoritmo humanista para la ordenación de alternativas”.

Dr. Claudiu Negrea

Director del Departamento de Vigilancia de Infraestructuras de los Mercados Financieros y de Pagos, Banco Nacional de Rumanía.

“Artificial intelligence and its impact on the banking and financial sector”.

ACTO DE CLAUSURA Y EXPOSICIÓN DE CONCLUSIONES.

ÍNDICE

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE UN SISTEMA FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA

*Seminario Internacional entre el Banco Nacional de Rumanía, la Academia
Rumana y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España.*

1 - 7 de junio de 2026

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Mugur Isărescu	
<i>Opening Conference.....</i>	17
Dr. Jaime Gil Aluja	
<i>La Real Academia ante un cambio en el sistema de circulación monetaria...</i>	23

SESIONES ACADÉMICAS - PRIMERA PARTE

Dr. Jaime Gil Aluja	
<i>Elementos formales y técnicos de los algoritmos humanistas.....</i>	37
Dr. Fernando Casado Juan	
<i>Dinero digital y dinero real. Central Bank Digital Currencies (CBDC).....</i>	57
Sr. Ovidiu Slăvoiu	
<i>Stablecoins and the transformation of monetary trust in the digital age.....</i>	73
Dr. Jaime Gil Aluja	
<i>El papel de los algoritmos humanistas.</i>	83
Dra. Luminița Chivu	
<i>Zonas rurales de Rumanía. Demografía - inclusión financiera - valores. ...</i>	105
Dr. Vicente Liern Carrión	
<i>Los algoritmos humanistas que reclama la sociedad.</i>	121

ÍNDICE

Dra. Montserrat Guillén Estany	
<i>Los riesgos ocultos de las finanzas sin efectivo.</i>	139
Dr. Varujan Vosganian	
<i>Les perspectives d'un système financier sans monnaie physique.. . . .</i>	149
Dra. Ana Maria Gil-Lafuente	
<i>La subjetividad en los procesos de relación.. . . .</i>	161
Dr. Eugen Dijmărescu	
<i>The Balkan puzzle: will it turn to a stability and development pole?.</i>	181
Dr. Víctor G. Alfaro-García	
<i>La digitalización de los algoritmos humanistas. Preservar un legado y ponerlo al servicio de las personas.. . . .</i>	189

SESIONES ACADÉMICAS - SEGUNDA PARTE

Dra. Ana Maria Gil-Lafuente	
<i>La digitalización de la moneda vs la necesidad del efectivo: un análisis estructural.</i>	199
Dr. Claudiu Negrea	
<i>The impact of new technologies in Europe and the transition to the digital euro by 2030. Challenges, risks, and opportunities for Romania.</i>	225
Dr. Jaime Gil Aluja	
<i>Un algoritmo humanista de asignación de productos financieros a segmentos sociales.. . . .</i>	237
Sr. Ovidiu Slăvoiu	
<i>Money, work and human autonomy in an algorithmic economy.</i>	253
Dr. Valeriu Ioan-Franc y Sra. Dorina Gheorghe	
<i>Quelques aperçus de l'économie humaniste.</i>	263
Dra. Montserrat Guillén Estany	
<i>Teoría de la agrupación y algoritmos humanistas en la era del machine learning.</i>	277
Dr. Valeriu Ioan-Franc y Sra. Dorina Gheorghe	
<i>Quatre inquiets sur l'avenir.</i>	287

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE UN SISTEMA FINANCIERO
SIN MONEDA FÍSICA

Dr. Vicente Liern Carrión	
<i>Un algoritmo humanista para la ordenación de alternativas.</i>	295
Dr. Claudiu Negrea	
<i>Artificial intelligence and its impact on the banking and financial sector. . .</i>	313
GALERÍA FOTOGRÁFICA	323
PUBLICACIONES	
<i>Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. . .</i>	343

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Opening Conference

Dr. Mugur Isărescu¹
Governor of the National Bank of Romania

Ilustrísimos académicos, Distinguished guests, Ladies and gentlemen.

I would like to extend a warm greeting to academician dr. Jaime Gil Aluja, who is leading this group of eminent experts, to Ms. Ana María Lafuente and to academician dr. Ana María Gil Lafuente and to all our distinguished guests. We are honoured to welcome you all to Romania. I am also pleased to welcome our Romanian team, led by academician Dr. Valeriu Ioan Franc, together with academician Dr. Luminița Chivu. (S.1)

I extend my warmest regards to Mr. Petre Roman, the first Prime minister of post-communist Romania, who led the government through the years 1990-1991, one of the most turbulent and demanding periods of our transition — a time when every decision was taken under conditions of extreme uncertainty, without maps, without precedents. What was built in those years, with all its imperfections, laid the foundations of the edifice in which we live today. Judging that period through today's lens is a comfortable exercise; understanding it in its own context is an intellectual duty we owe to truth.

We shall also hear from other former officials. Eugen Dijmărescu was deputy Prime minister in Petre Roman's cabinet in the early nineties and later, deputy governor of the National Bank of Romania. Varujan Vosganian, also an economist with long-standing experience, was minister of finance during the first years of this century. Both have contributed to several governments

¹ President of the Section of Economic, Legal and Sociological Sciences of the Romanian Academy.

and legislatures with significant inputs, which brought changes in Romania's economic and financial course.

It is a privilege to welcome all of you to the foothills of the Carpathians, here in Sinaia, on the occasion of this gathering that brings together, members of the *Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*, of the Romanian Academy — Section of Economic, Legal Sciences and Sociology, a Prime minister, two ministers and a couple of young professionals who work at the National Bank of Romania. That a meeting of such intellectual distinction takes place precisely here, in one of the most beautiful settings Romania has to offer, cannot be a coincidence.

Sinaia has always been a place where great ideas feel at home — perhaps because mountain air elevates thought, and the stillness of the fir trees deepens it. I should tell you that the National Bank of Romania has been hosting for almost twenty years, right here in Sinaia, an internationally well-known seminar on financial stability.

The relationship between the Romanian Academy and the Royal Academy of Economic and Financial Sciences is not a matter of protocols or formal exchanges, but of a deep understanding that economics, law and sociology are not general disciplines — they are anthropological disciplines, which gain meaning only when viewed in dialogue and comparison. (S.2) Over the years, distinguished members of the Spanish academic community have honoured Romania with their visits; in turn, our colleagues have brought to Barcelona the perspective of an emerging economy that has undergone significant and important transformations. If I remember correctly, this is the third time the two Academies and the National Bank have gathered in an official capacity. Serious institutions recognize one another precisely by the way they cultivate such relationships — with continuity, with depth, without being distracted by the noise of the day.

I wish to confess something personal: my connection to the Royal Academy of Economic and Financial Sciences carries personal gratitude and affec-

tion — our ties have been built patiently, through years of genuine academic dialogue, exchanges of ideas, visits and friendships that have enriched everyone involved. (S.3)

I remember the first joint scientific session of the Romanian Academy and the Royal Academy on the theme ‘The Two Frontiers of Europe’, which took place in Bucharest on June 20th, 2005, and I presented the dissertation ‘The New and Future Member States. Romania’s role in the European Union’.

I fondly recall the day of February 21st, 2008, when you accepted me among the corresponding members of the Royal Academy of Economic and Financial Sciences and I was honoured to address Your Excellencies on ‘Monetary policy issues in an emerging economy. The case of Romania’. (S.4, S.5)

There have been several other interesting and fruitful meetings between members of the two Academies and the National Bank of Romania along the years in Bucharest, Sibiu and Păltiniș.

Ladies and gentlemen, allow me to briefly address this seminar’s topic.

My professional life has coincided with one of the most dramatic and fascinating periods of transformation in the history of the world economy and monetary *matters*, I entered the National Bank of Romania in an era when transactions were recorded in handwritten ledgers, when the exchange rate was an abstraction managed administratively, and *cash* was the only monetary reality the ordinary citizen knew and understood. I then lived through, step by step, the digital revolution: the bank card, the internet, mobile payments, central bank digital currencies. Today, a person can pay for a coffee, transfer money abroad, or take out a loan without ever touching a banknote.

As the ECB and the European central banks have been lately debating the adoption of a digital currency, I sometimes wonder whether we truly understand the magnitude of this transformation — and whether central banks,

including our own, are sufficiently agile to manage it without losing what matters most: stability, trust, and the protection of the citizen. I do not have any definitive answers yet. But I am firmly convinced that dialogue between solid institutions, with different experiences and traditions, is the best antidote to the illusion that we know everything. Thus, I acknowledge and look forward to learning what Your Excellencies are about to present.

Ladies and gentlemen,

Those who know me are aware that I cannot resist the temptation to invoke history. Sinaia is not merely a mountain resort with clean air and breathtaking views. It is, above all, a place with memory. At the end of the seventeenth century, the Romanian nobleman Mihail Cantacuzino returned from a pilgrimage to Saint Ekaterina monastery, at the foothills of Mount Sinai and founded here, in this clearing in the Carpathians, a monastery bearing the name of that distant holy place. Two centuries later, Romania's first king, Carol I, fell in love with the place and built Peleş Castle — an architectural jewel and a symbol of Romania's aspiration toward modernity and European belonging. (S.6) The Castle and Pelişor, the Casino, the hotels and villas of that era form today an unforgettable ensemble, which I warmly invite you to discover — or rediscover — during your stay. Some of the best ideas are not born in front of a presentation screen, but on a stroll among the fir trees, in free conversation, far from the noise of daily life.

As I have been referring to historical facts, I would like to end my brief address by evoking a moment of recent sporting history with deep resonances in the memory of both our peoples. We have spoken of Barcelona — the city where the Royal Academy of Economic and Financial Sciences has its home, one of Europe's great cultural and economic centers and its famous football club. There is indeed a moment when Bucharest and Barcelona faced each other on the greatest sporting stage - the 1986 European Cup Final. Steaua Bucureşti won that trophy, in Seville, on penalty kicks — an unexpected, extraordinary victory that remains imprinted in the hearts of millions of Roma-

nians. As a token of remembrance of that historic evening and of the friendship that unites us, we offer to our Spanish guests a commemorative coin issued by the National Bank of Romania, dedicated to that event — a small collector's item, but the bearer of a great shared story. (S.7)

I wish you fruitful debates, lasting connections, and a stay that will remain with you as a warm memory.

Thank you! Gracias!

La Real Academia ante un cambio en el sistema de circulación monetaria

Conferencia de Apertura

Dr. Jaime Gil Aluja¹

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Excmo. Sr. Gobernador del Banco Nacional de Rumanía, Mugur Isărescu
Excmo. Presidente de la Academia Rumana de Ciencias, Marius Andruh
Excmos. Académicos y amigos

Es un alto honor y constituye una íntima satisfacción personal visitar y colaborar, una vez más, con la intelectualidad de este país, tan querido y respetado, como es Rumania.

Los españoles, habitantes del otro extremo de la latinidad, nos sentimos muy cerca de los sentimientos y preocupaciones de la ciudadanía rumana. Sus desencantos son nuestros desencantos y sus logros los sentimos como nuestros.

Y una vez más estamos aquí, para que, uniendo nuestros saberes y voluntades, avancemos en la búsqueda de una buena solución para dos aspectos que afectan no solo a nuestras sociedades sino a las del mundo entero.

El primero de ellos, surge ante la posibilidad de que tenga lugar un cambio radical del sistema actual mixto de circulación monetaria, es decir utilizando moneda física y moneda digital, indistintamente, para pasar a un sistema de circulación únicamente digital.

Para ello hemos previsto, únicamente a efectos introductorios, una “mesa redonda”, cuyo debate debería dar como resultado unas propuestas, que serían objeto de un análisis profundo y sosegado, capaz de adoptar una posición

¹ Miembro honorario de la Academia Rumana.

conjunta sobre este tema y emitir un comunicado común público por parte de ambas instituciones.

El segundo de ellos hace referencia a la labor realizada en el seno de la Real Academia durante los últimos veinte años, desde que se estableció como aspecto prioritario de investigación el problema de la subjetividad en la ciencia económica.

Fruto del trabajo realizado durante esas dos últimas décadas, después de recoger los estudios elaborados por Kaufmann y Gil Aluja, sobre todo desde que este último enunciara su nuevo “principio de simultaneidad gradual” en el Congreso Internacional SIGEF de Buenos Aires (1996), se han llegado a construir y utilizar los algoritmos que se conocen, hoy, con el nombre de “algoritmos de economía humanista”.

Doce de estos algoritmos se encuentran desarrollados, en todas sus fases o etapas, en la página web: www.racef.es, convenientemente digitalizados con sus correspondiente operadores y operaciones, en cada fase o etapa.

En cierto modo nuestra reunión de hoy, busca este noble sentido.

Este grupo de algoritmos comprende: el Algoritmo para la descarbonización, el Algoritmo para la cohesión entre países, el Algoritmo de segmentación territorial, el Algoritmo de armonía entre generaciones, el Algoritmo para la creación de nuevos productos financieros, el Algoritmo para la distribución de inmigrantes, el Algoritmo para la asignación de MENAS, el Algoritmo para la atracción de inversiones, el Algoritmo para la detección precoz de problemas psicológicos, el Algoritmo para la asignación y distribución de vacunas, el Algoritmo sobre economía circular y el Algoritmo para la asignación de tareas telemáticas.

Pero antes de llegar a este estadio de la investigación, tuvo que ser recorrido un largo camino, cuyos resultados son hoy disfrutados por tantos ciudadanos europeos y que no debemos permitir que, engaños o errores, nos sean arrebatados

La finalidad de esta parte del encuentro es consolidar su componente humanista, como resultado de formalizar en los algoritmos la subjetividad del pensamiento humano.

Este importante hecho hace posible incorporar, numéricamente, sus ideas, decisiones y acciones, en nuestro caso económicas y, así, explicar mejor la actividad del cerebro humano, que siempre, en cualquier caso y en todo momento, está compuesta de un grado o nivel de objetividad y de otro grado o nivel de subjetividad.

Cuanto acabamos de señalar confirma que la mente de los humanos se desplaza en el interior de lo que se conoce como “playa de entropía”. Una playa en la que, en un extremo se halla el orden mental absoluto (el humano robot) y en el otro extremo se encuentra el desorden mental máximo (el humano incoherente).

El concepto de playa de entropía económica, es uno de los aspectos básicos de la línea del pensamiento de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona.

Elementos tales como el principio de simultaneidad gradual y la playa de entropía han resultado de una innegable utilidad para construir sobre ellos teorías inscritas dentro de la matemática no numérica de la incertidumbre.

Nos referimos a las teorías sobre **la relación, la asignación, la agrupación y la ordenación**² que incorporan aquellos elementos formales necesarios para crear los instrumentos técnicos indispensables en la elaboración de algoritmos humanistas capaces de tratar la fenomenología relativa a la vida humana, su comportamiento en sociedad y su actividad institucional y, evidentemente, económica.

El desarrollo de este primer encuentro técnico internacional posee unas características que lo diferencian de otras actividades que la Real Academia

2 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston y Londres, 1999.

está realizando en el exterior de su sede social, tales como conferencias y seminarios, así como actos nacionales e internacionales de índole distinto y con motivos y objetivos diversos.

La estructura y funcionamiento de estas actividades a las que nos referimos, suelen tener, habitualmente, unas características específicas, que hemos establecido desde el inicio del proyecto que en estos momentos empieza su andadura, y que hemos bautizado como **Encuentros técnicos internacionales**.

Unos encuentros de esta naturaleza contienen dos tipos de investigaciones.

Un primer tipo de investigación, ha sido reservado para aquellos trabajos dirigidos a resolver problemas técnicos o económicos, que puedan surgir de las **complejas e inciertas realidades** en gobiernos, instituciones públicas o privadas y empresas, aportando los elementos técnicos a utilizar en los trabajos que llevarán a los objetivos buscados. En el supuesto que así sea, se podrán emitir dictámenes y manifiestos públicos.

Un segundo tipo de investigación es de naturaleza creadora de instrumentos formales, destinados a optimizar objetivos a corto, medio y largo plazo. Entre estos instrumentos caben citar los algoritmos humanistas.

He aquí un nuevo proyecto, que se inaugura hoy con esta primera sesión de **Encuentros técnicos internacionales** que ratifican y consolidan la nueva idea de una joven ciencia, la economía, que precisa adaptarse ante la más que evolución, revolución, de la compleja realidad de nuestros tiempos.

Desde el punto de vista epistemológico, hace un cuarto de siglo, nuestra Real Academia se planteó la necesidad de fijar sus actividades investigadoras prioritarias en un problema que se hallaba, ya, en los albores de la ciencia económica, con la Escuela de Salamanca, en los Siglos XVI y XVII, y que ha ido reapareciendo de manera recurrente hasta nuestros días.

Nos referimos, como habrán adivinado por nuestra insistencia en incidir en este tema, a la necesidad de incorporar **de manera numérica** la subjetividad del sujeto de las relaciones económicas reales, en las investigaciones económicas.

Aunque abordar esta carencia, esta ausencia, este vacío existente en las obras de economía, va a merecer, así lo esperamos, la atención de otros participantes en este encuentro, sí desearíamos señalar que en los cuatro siglos transcurridos desde la citada labor salmantina solo ha llegado hasta nosotros un rastro positivo de la numerización de la subjetividad del humano en el estudio de la economía. Y lo fue con el **marginalismo**, a partir de los trabajos de Carl Menger (1871) de la Escuela de Viena, de William Stanley Jevons (1871) de la Escuela de Cambridge y de Leon Walras (1874) de la Escuela de Lausana.

A modo de breve síntesis, se puede decir que, las **principales características del marginalismo** eran, para quienes estudiamos “Ciencias Económicas” en el Siglo XX y aprendimos fundamentalmente y casi diríamos exclusivamente, la que se nos presentaba como Teoría económica marginalista, las siguientes:

1. La incorporación de una nueva subjetividad, la **utilidad**, como eje del valor de las cosas, anticipando satisfacciones futuras.
2. Concepción del valor de las cosas a través de la **satisfacción** de los consumidores con el “Principio de utilidad marginal decreciente”.
3. Una formulación matemática, a través de funciones continuas y derivables.
4. Pero, sobre todo, **una nueva manera de pensar**, con objetivos distintos a los del clasicismo: el valor no **está en un objeto sino en el cerebro de quien lo valora**.

He aquí unos pocos elementos que, a nuestro entender, deberían ser suficientes para situar el mayor cambio epistemológico de la economía hasta

ahora, el **marginalismo**, como intento de numerizar la subjetividad, a nuestro entender no plenamente logrado, antecedente del movimiento intelectual que significa nuestra Escuela de Economía Humanista de Barcelona.

Para ello, fue necesaria la intervención de tres investigadores de tres escuelas del pensamiento económico, que, después, han sido considerados, en su justo valor, grandes creadores de la ciencia económica. Los tres ocupan un lugar en la historia de la economía.

Pero este hallazgo, ni fue suficiente entonces ni lo es por otros motivos ahora, principal, pero no exclusivamente, por el veloz cambio actual en las realidades económicas, que no han sido seguidas a la misma velocidad por las nuevas aportaciones de la ciencia económica.

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras consideró, en el umbral del nuevo milenio, que había llegado el momento de recoger los retazos de conocimiento económico recibidos, para modificarlos, complementarlos y unirlos en un conjunto armónico y dar respuesta, así, a los retos que plantea la complejidad y la incertidumbre de nuestro tiempo.

Ha quedado demostrado, con creces, que los trabajos realizados en el seno de nuestra Real Corporación, así como los individualmente elaborados por una parte importante de los académicos integrados en ella, han ido en esta dirección y merecieron los más inequívocos elogios llegados desde muchos espacios geográficos del mundo, cuando se empezó a hablar de una nueva escuela, que se fue conociendo como **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

Tres ejemplos muy significativos pueden servir, creemos, para ilustrar los iniciales ecos de nuestros trabajos en centros de investigación avanzada de otros países:

1. Las nueve obras realizadas y traducidas a varios idiomas debidas a Arnold Kaufmann y Jaime Gil Aluja, son consideradas como los primeros libros que se hicieron públicos en el mundo sobre la nueva economía de la incertidumbre.

Una de estas obras, *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*, (1987) fue prologada por el primer ministro de Francia, Excmo. Dr. Raymond Barre, quien inicia la presentación del libro señalando: «*Al estudiar los problemas y las posibilidades de la gestión en el ámbito de la incertidumbre, los profesores Kaufmann y Gil Aluja abren perspectivas estimulantes al conocimiento y la acción económica*».

Y, después de resaltar el hecho de que «*el entorno económico, social, financiero de las empresas cambia incesantemente*», afirma que «*a consecuencia de los actos del humano, porque es libre y dotado de imaginación, como las relaciones entre los humanos, porque estos no son robots, son las causas profundas de la incertidumbre*».

«*Para el tratamiento de la incertidumbre- señala- no se puede utilizar una lógica, la booleana, tan simple en relación con la realidad humana: La elección no se hace solamente en términos de sí o no, de blanco o negro, se realiza en una zona de grises, que corresponde a diversos niveles de verdad*».

Continúa destacando que «*la novedad de los análisis se explica por la calidad de los autores... Estos dos sabios han estado siempre en contacto con las realidades de la empresa, estableciendo así una fecunda relación entre la ciencia y la acción*».

Y termina «*rindiendo tributo a una colaboración ejemplar entre un universitario francés y un universitario español, que trabajan en dos grandes ciudades, Grenoble y Barcelona, en donde la actividad intelectual y el espíritu de empresa han sido tradicionalmente fértiles*». Esta obra se publicó en 1987.

Por otra parte, el propio Dr. Lotfi Zadeh, creador de los *Fuzzy Sets*, valoró el interés de estas investigaciones ya desde finales de los años 80 del pasado siglo XX. Tanto es así que cuando los investigadores del ámbito económico se ponían en contacto con él en California, los dirigía a Barcelona. Los Académicos conocen el caso del ahora Académico Correspondiente por Azerbaiyán, Ilmo. Dr. Korkmaz Imanov, a quien, después de un viaje desde Azerbaiyán a

Estados Unidos, el profesor Zadeh le dijo que se había equivocado de país: «*Ahora las cosas de economía tienen lugar en Barcelona*».

2. Nos hemos permitido incluir, en este relato, copia de la carta que antes de morir el Profesor Kaufmann dirigió «*a sus amigos e investigadores españoles*», el 2 de abril de 1994, mencionando sus cursos y la «*colaboración con el Profesor Gil Aluja desde 1979 con trabajos de investigación avanzados*» y que, gracias a esta colaboración, se habían formado grupos de investigación. Finaliza la larga carta con un agradecimiento a las «*aportaciones realizadas y a las que vendrán en el futuro para el desarrollo de la ciencia en su país y a escala mundial*». (Anexo I)

En realidad, este mensaje se ha convertido en un documento que acredita la transmisión de una «herencia intelectual» por la que nos sentimos altamente agradecidos.

3. Quizás sean menos conocidos los encuentros del profesor Gil Aluja con un grupo de intelectuales europeos en Bélgica, alrededor de personalidades tales como el Dr. Jacques Pezé, de la *Association Environnement et Santé*, y el propio Dr. Arnold Kaufmann.

El primer encuentro con este Presidente se remonta a finales de los años 60 y muy al principio de los 70 del pasado siglo XX, como consecuencia de la lectura de una obra colectiva editada en un modesto pero gran libro: *La Civilisation Promotionnelle*, resultado de las reuniones periódicas de «*una treintena de intelectuales de toda clase de disciplinas para elaborar algunas parcelas de elementos constructivos frente al desafío tecnológico*». ¡Y estamos hablando del año 1968!

Nuestros contactos con este grupo fueron crecientes, sobre todo con un pensador tan profundo como el Dr. Jacques Pezé, con quien este profesor que les habla coincidía frecuentemente en la Universidad París-Dauphine, en sus años de profesor de *Microéconomie Approfondie*.

El 18 de agosto del año 2000 recibimos una carta del Dr. Pezé que empezaba así: *«Cuando nos encontramos por primera vez en la Universidad París-Dauphine, en donde usted acababa de impartir su curso sobre fuzzy economy, recuerdo muy bien su sorpresa cuando yo le dije: para mí, las matemáticas en Europa eran y seguirán siendo Barcelona».*

Para continuar: *«Después de su exposición, todos comprendieron que al utilizar el razonamiento con espíritu matemático fuzzy para tener en cuenta las reacciones personales del individuo frente a la polución en el interior del hábitat, hizo una extensión del empleo de este razonamiento matemático hasta el ámbito de la biología. Era la primera vez que esto se hacía. Se trataba, pues, de una primicia mundial».*

Las palabras finales de su carta bien merecen ser recordadas en estos momentos:

«Pasando revista a aquellos episodios, he constatado que no solamente las matemáticas en Europa eran antes Barcelona, sino que, ahora, ¡son las matemáticas de Barcelona las que vienen a Bélgica para las reuniones europeas!

Esto habría divertido mucho a Arnold Kaufmann si estuviera aún con nosotros». (Anexo II)

En estos momentos se está percibiendo, con fuerza, la entidad e importancia de cuanto se ha estado haciendo en los últimos decenios: Barcelona es ya la cuna en donde crece y desde donde se transmite una economía humanista.

Estamos convencidos que el encuentro que ahora se inicia, marcará un antes y un después en nuestras actividades investigadoras y constituirá un paso adelante en la búsqueda de un mundo mejor, un mundo más justo, más libre y más solidario. Gracias, muchas gracias

Anexo I:

Corné le 2-4-94

A. Kaufmann
2 allée des Chênes
38700 Corné

Lettre ouverte à mes amis
professeurs et chercheurs espagnols

Depuis 1958 j'ai eu le grand honneur de donner des cours, séminaires, conférences à l'Université de Barcelone. Il y a une trentaine d'années j'ai eu comme élève Jaime Gil ALZA, depuis il est responsable des plus hautes instances du Département d'Economie de l'Université de Barcelone.

Depuis, dès 1979, nous avons collaboré à des travaux de recherches avancées dans le domaine des applications à l'économie d'entreprise lorsque les données économiques sont incertaines. Ceci en appliquant les propriétés de la théorie des sous-ensembles flous. En collaboration avec le Professeur Jaime Gil ALZA nous avons publié en espagnol ouvrages importants jusqu'à ce jour et plusieurs autres font en cours de publication. En outre, de nombreux articles, séminaires, exposés ont été présentés à l'échelon international portant sa signature et la mienne.

Dans ces travaux l'apport scientifique de mon ami Gil ALZA a été essentiel. Nos points de vue sur la gestion scientifique des entreprises sont convergents et il a été pour moi le plus important des collaborateurs et je lui dois beaucoup dans ces travaux de recherche et d'enseignement. Depuis, plusieurs groupes de travail se sont formés sous sa direction et je dois souligner l'importance des résultats obtenus.

J'espère m'a apporté beaucoup dans mes approches personnelles des problèmes nouveaux des sciences humaines en économie, gestion, sociologie. Je tiens à le faire savoir publiquement et présenter ma reconnaissance envers un savant qui a apporté et apportera encore beaucoup pour le développement de la science en son pays et à l'échelle mondiale.

Et c'est aussi moi, collègues et ami le plus fidèle.

A. Kaufmann

Anexo II:

Environnement et Santé

(Association Loi de 1901 - J.O. du 5 jan. 1980)

89, rue de Chézy

92200 Neuilly sur Seine

Paris le 18 août 2000

Cher Professeur Gail Ahuja

Lorsque nous nous sommes rencontrés pour la première fois à l'Université de Paris-Dauphine où vous veniez de donner un cours sur la "fuzzy Economy", je me souviens bien de votre étonnement quand je vous ai dit que, pour moi, "les mathématiques en Europe, c'était et ce serait dorénavant Barcelone".

C'est que le Professeur Arnold Kaufmann -disparu quelques mois auparavant- me l'avait dit lui-même comme une évidence, de nombreuses fois lors de nos rencontres et de nos conversations téléphoniques.

C'est également le sentiment que j'ai eu lorsque nous nous sommes retrouvés -le 9 Février 1999 à Eupen en Belgique- pour la journée de "rapport général", au cours de laquelle chaque délégation européenne est venue donner le compte rendu de son travail de recherche, d'une durée de un an, ayant reçu l'appui de la Commission européenne (Direction Générale XI/Environnement. Sécurité nucléaire. Protection civile) sur le sujet ayant pour titre:

"In door pollution". Problems and increased awareness.

ce qui a été traduit en français par:

"La pollution dans l'habitat"

(Les problèmes /// Actions pour une meilleure prise de conscience)

Vous êtes venu en personne, spécialement de Barcelone, pour donner -au nom de l'Espagne que vous représentiez- le compte rendu de votre propre recherche d'un an sur la possibilité et les avantages d'utiliser les mathématiques des "Fuzzy Sets" pour faire avancer l'ensemble de l'étude de cette question de "la pollution dans l'habitat", ainsi que les problèmes connexes qui demeurent actuellement non résolus.

Le résultat vous l'avez constaté par vous-même: toutes les personnalités présentes à Eupen ce jour-là ont été très intéressées et ont été frappées par le fait que votre exposé général était si clair que, sans pour autant être soi-même mathématicien, on comprenait d'emblée ce nouvel outil constitué par cet emploi particulier des "fuzzy sets".

Et puis il y a eu ces très longs applaudissements pour vous féliciter et vous remercier de votre travail.

Après votre conférence de compte rendu, de nombreux chercheurs sont venus vous demander des conseils, des références d'ouvrages à lire, l'autorisation de vous téléphoner à l'Université de Barcelone, etc...

Finalement, après votre exposé, tout le monde a compris qu'en vous servant de ce raisonnement à esprit mathématique "fuzzy" pour prendre en compte les réactions personnelles de l'individu face à "la pollution à l'intérieur de l'habitat", vous étendiez l'utilisation de ce raisonnement mathématique jusque dans le domaine de la biologie et que c'était la première fois que cela se faisait.

C'était donc là une "première mondiale".

En passant en revue cette journée des comptes rendus à Eupen, j'ai constaté que, non seulement "les mathématiques en Europe c'était dorénavant Barcelone" mais que maintenant ce sont les mathématiques de Barcelone qui viennent en Belgique pour les réunions européennes !

Cela aurait beaucoup amusé Arnold Kaufmann s'il avait encore été parmi nous.

A bientôt le plaisir de vous revoir. Jacques PÉRE

SESIONES ACADÉMICAS - PRIMERA PARTE

ELEMENTOS FORMALES Y TÉCNICOS DE LOS ALGORITMOS HUMANISTAS

Dr. Jaime Gil Aluja¹

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Excmo. Sr. Gobernador del Banco Nacional de Rumanía, Mugur Isarescu
Excmo. Presidente de la Academia Rumana de Ciencias, Marius Andruh
Excmos. Académicos y amigos

Al hilo de una circulación monetaria digitalizada

La arquitectura del sistema financiero global contemporáneo se encuentra inmersa en una transición estructural de proporciones históricas, caracterizada por la desmaterialización del dinero y la integración de sistemas de inteligencia artificial en la formulación de la política monetaria.

La convergencia entre el desarrollo de la Moneda Digital en las Central Bank Digital Currencies (CBDC) y la adopción de sistemas informáticos avanzados ha planteado la posibilidad inminente de abandonar el principio de circulación monetaria mixta, basada en la coexistencia de dinero fiduciario físico y monedas digitales, para adentrarse en un ecosistema de circulación exclusivamente digital.

Ante esta importante disrupción, la ciencia económica a la que nos hemos habituado, cimentada en axiomas mecanicistas, en la noción del *homo economicus* perfectamente racional y en la rigidez de la lógica booleana, exhibe profundas vulnerabilidades y limitaciones sistémicas.

¹ Miembro honorario de la Academia Rumana.

Además, los estudios macroeconómicos tradicionales, al fundamentarse en funciones continuas y derivables, han demostrado ser notablemente insuficientes para conocer, interpretar y predecir la vasta complejidad psicológica, su incertidumbre inherente y la asimetría de información que rigen las decisiones humanas en la actividad económica de nuestra época.

Para dar respuesta a esta carencia epistemológica, la Escuela de Economía Humanista de Barcelona ha liderado, durante las últimas décadas, la creación de un marco teórico y metodológico revolucionario.

Sustentado en la matemática no numérica de la incertidumbre y en la teoría de los subconjuntos borrosos (fuzzy sets), esta corriente de pensamiento ha culminado con el desarrollo de “algoritmos humanistas”.

Estos algoritmos no constituyen meras herramientas de cálculo, sino instrumentos diseñados específicamente para incorporar y numerizar el grado de subjetividad del comportamiento humano, integrando en ellas las emociones, los sesgos y las percepciones borrosas, propias de la vida humana, en general, y de la actividad económica, en particular.

Este parlamento de apertura de este encuentro aborda la genealogía, la naturaleza matemática y el funcionamiento de estos algoritmos humanistas. Su propósito central es establecer unos mecanismos técnicos, a través de los cuales la lógica borrosa puede implementarse en el control de la circulación monetaria, adaptando sus operadores a la gestión financiera, en general, y a la oferta monetaria y los tipos de interés, en particular, tal como fueron expuestos en una ponencia presentada en el Acto Internacional de Creta el pasado 23 de abril de 2026.

Evolución epistemológica de la ciencia económica

La aspiración de la ciencia económica por comprender, valorar e integrar la subjetividad humana en sus investigaciones no constituye un objetivo reciente, sino que ha atravesado siglos de pensamiento filosófico y matemático.

Los albores de esta inquietud se remontan a las aportaciones de la **Escuela de Salamanca** durante los siglos XVI y XVII, donde teólogos y juristas introdujeron la concepción de que el valor económico de un bien no está determinado por su coste de producción, sino por factores vinculados a la escasez y, fundamentalmente, a la utilidad percibida por los humanos.

Pero, a pesar de este interés, las circunstancias especiales de cada momento impidieron que estas reflexiones de carácter ético y cualitativo se tradujeran en estudios matemáticos aplicables a la gestión de la economía a gran escala.

El primer intento sistemático y formalizado de numerizar la subjetividad en el estudio de la economía tuvo lugar en el último tercio del Siglo XIX con el advenimiento del **marginalismo**.

A partir de los trabajos de Carl Menger en la Escuela de Viena (1871), de William Stanley Jevons en la Escuela de Cambridge (1871) y de León Walras en la Escuela de Lausana (1874), la teoría económica, con el marginalismo, experimentó un cambio de paradigma profundo.

El marginalismo introdujo la noción de **utilidad marginal decreciente**, estableciendo como postulado fundamental que el valor de las cosas no reside en las propiedades intrínsecas del objeto, sino en el cerebro de quien lo valora, en función de la **anticipación de satisfacciones futuras**. Este avance epistemológico fue acompañado de una formulación matemática ambiciosa basada en el cálculo diferencial, asumiendo que las preferencias humanas podían representarse mediante funciones de utilidad continuas y perfectamente derivables.

A pesar de que el marginalismo sentó las bases de la microeconomía moderna, su marco conceptual es considerado por la Escuela de Economía Humanista de Barcelona como un antecedente no plenamente logrado. Una de las principales causas de esta insuficiencia radica en el instrumento matemático elegido.

Al forzar el comportamiento humano dentro de las fronteras de la matemática continua y dentro del determinismo mecanicista, la teoría clásica y

neoclásica construyó una arquitectura elegante, pero profundamente alejada de la fenomenología real. La mente humana, en la toma de decisiones económicas, no opera calculando derivadas exactas, ni maximizando utilidades bajo información perfecta y lógica binaria.

Para la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, el punto de inflexión definitivo en el intento de superar este estancamiento se produjo con la formulación de la Teoría de los Subconjuntos Borrosos, introducida en 1965 por el matemático Lotfi Zadeh².

Zadeh, con su obra, puso los cimientos para el posterior tratamiento de sistemas complejos en los que intervienen seres humanos, cuando no se puede utilizar exclusivamente la lógica booleana, ya que esta resulta ser excesivamente simple, en relación con la realidad. En el pensamiento las decisiones rara vez se formulan en términos absolutos de sí o no, blanco o negro. Las estimaciones económicas se despliegan en una vasta y rica zona de grises, correspondiente a diversos niveles de verdad y pertenencia.

La incorporación del citado trabajo de Zadeh en la ciencia económica europea fue capitaneada a partir de las décadas de 1970 y 1980 por los investigadores Arnold Kaufmann y el profesor que esto expone.

La colaboración entre el mundo universitario francés y español dio como resultado obras pioneras, tales como “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre” (1987), cuyo prólogo fue obra de Raymond Barre, ex primer ministro de Francia.

Barre destacó que la “economía cambia incesantemente a consecuencia de los actos humanos, porque las personas son libres, están dotadas de imaginación y no operan como robots preprogramables, constituyendo las causas profundas e insoslayables de la incertidumbre económica”.

2 Zadeh, Lotfi: Fuzzy Sets. Information and Control, 8 de junio de 1965, pag. 338-353.

Investigadores e intelectuales del panorama europeo, como el Dr. Jacques Pez  de la Association Environnement et Sant , ratificaron la primac a mundial de estos trabajos, reafirmando a la ciudad de Barcelona como la cuna de la econom a humanista, un epicentro intelectual validado por el propio Lotfi Zadeh, quien dirigi a las consultas sobre econom a de la incertidumbre planteadas en California, directamente hacia los acad micos de la capital catalana.

Creados los algoritmos humanistas, no fue dif cil adaptarlos a entornos tan rigurosos como la circulaci n monetaria, aunque exigiera la comprensi n profunda de los cimientos matem ticos y filos ficos que sustentan la **matem tica no num rica de la incertidumbre**.

La Escuela de Econom a Humanista de Barcelona ha levantado su l nea de pensamiento sobre tres pilares fundamentales: el Principio de Simultaneidad Gradual, el concepto de Playa de Entrop a y las teor as sobre la relaci n, la asignaci n, la agrupaci n y la ordenaci n, destacando entre ellas la Teor a de los Efectos Olvidados.

El Principio de Simultaneidad Gradual

La transici n de una ciencia econ mica mecanicista hacia una humanista requiri  la superaci n de uno de los cimientos de la l gica cl sica aristot lica: el principio del tercio excluido, el cual postula que una proposici n solo puede ser verdadera o falsa, sin admitir una tercera posibilidad. Retomando reflexiones milenarias sugeridas por el estoicismo y m s tarde formalizadas en las l gicas multivalentes propuestas por Lukasiewicz, Post, Gaugin y Moisil, Gil Aluja enunci  en el III Congreso Internacional de SIGEF de Buenos Aires (1996) el “Principio de Simultaneidad Gradual”.³

Este principio sostiene que toda proposici n o estado de la realidad econ mica, es verdadera o falsa a la vez, a condici n de que se le asigne un grado

3 Gil Aluja, J.: “Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teor a de la decisi n”. Proceedings del III Congreso SIGEF, Buenos Aires, 11-13 de noviembre, 1996.

a su verdad y un grado a su falsedad. A nivel formal, si en la teoría de conjuntos clásica (crisp sets) un elemento x pertenece a un conjunto referencial A , mediante una función característica rígida donde el grado de pertenencia $\mu_A(x)$ solo puede adoptar los valores del conjunto discreto $\{0,1\}$, en la teoría de subconjuntos borrosos la función de pertenencia permite que $\mu_A(x)$ tome cualquier valor dentro del intervalo continuo $[0,1]$.

Este avance permite la matematización de variables lingüísticas subjetivas, vitales para el análisis económico. Conceptos intrínsecamente difusos como “riesgo sistémico inminente”, “inflación moderada”, “confianza en el sistema de pagos” o “pérdida de poder adquisitivo”, no caben dentro del principio del tercio excluido, dentro de una matemática mecanicista.

En cambio, la flexibilidad y adaptabilidad matemática a partir del Principio de Simultaneidad Gradual permite modelar analíticamente el hecho de que una economía puede estar simultáneamente en fase de expansión técnica (con un grado de verdad del 0.7) y en fase de no expansión técnica (con un grado del 0.3), a partir de los indicadores territoriales y sociales observados.

La Playa de Entropía Económica y la valuación de la borrosidad

El análisis del comportamiento humano en la actividad económica y financiera ha llevado a la formulación del concepto de la “Playa de Entropía”. En termodinámica y en la teoría de la información de Claude Shannon, la entropía es la magnitud que cuantifica el grado de desorden, irreversibilidad o nivel de información ausente en un sistema.

Trasladando este concepto a la fenomenología relativa a la vida humana y la economía, la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, establece que el conocimiento y la toma de decisiones se desplazan de manera continuada en el interior de una “playa” metafórica de **entropía económica**.

Los límites de este espacio analítico son categóricos. En un extremo se sitúa el “orden mental absoluto”, estado en el cual el nivel de entropía es cero.

Este polo representa al “humano robot”, un ente puramente racional y objetivo, desprovisto de emotividad, que decide basándose exclusivamente en la certeza y la optimización mecanicista. En el extremo diametralmente opuesto se halla el “desorden mental máximo”, correspondiente al “humano incoherente” o “humano selvático”, cuyas acciones económicas carecen de toda estructura racional, guiadas únicamente por impulsos subjetivos y emocionales de la más alta entropía.

Las decisiones en el seno de la sociedad, de las instituciones públicas y de las empresas no tienen lugar habitualmente, en los extremos, sino que se desplazan constantemente en la playa de entropía.

Un mercado financiero, por ejemplo, sometido a un pánico vendedor ante una crisis bancaria, se desplaza violentamente hacia el extremo del desorden emotivo, mientras que una política de estabilización intentará trasladar el sistema hacia el orden racional.

Para cuantificar el estado del sistema, los investigadores utilizan operadores específicos para la “valuación del desorden”, como la distancia de Hamming o la distancia euclidiana, que valúan la desviación entre un **subconjunto borroso** que representa la decisión real y el **subconjunto booleano** más cercano.

La flexibilidad proporcionada por estas herramientas permite, a economistas y elaboradores de políticas, incorporar componentes darwinianos en los estudios, analizando fenómenos asimétricos e irreversibles como las burbujas especulativas o la pérdida de confianza en la circulación fiduciaria, fenómenos no abarcables para los esquemas de equilibrio estacionario en la continuidad.

La Teoría de los Efectos Olvidados

En un sistema económico hiperconectado y sujeto a una revolución digitalizadora acelerada, las decisiones económicas desencadenan extensas redes de incidencia. La incapacidad cognitiva humana para procesar matrices de incidencias indirectas genera vacíos en las previsiones a medio y largo plazo.

Para dar solución a esta deficiencia, la matemática borrosa ha propiciado el desarrollo de la “Teoría de los Efectos Olvidados”. Teoría que se acostumbra a presentar a través de grafos sagitados y por matrices borrosas.

A partir de esta teoría se han elaborado algoritmos de naturaleza humanista, de tal manera que el procedimiento de cálculo se inicia estableciendo un conjunto primario de incidentes $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ y un conjunto primario de incididos $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$.

Mediante la consulta a grupos de expertos⁴ se valúa (estimación subjetiva) el grado de incidencia directa de cada elemento incidente sobre cada elemento incidido, obteniendo una matriz de incidencias inicial donde cada elemento de la matriz representa la valuación de la incidencia de cada elemento de las filas en cada elemento de las columnas.

Sin embargo, los elementos del conjunto B actúan, a su vez como incidente directo sobre un tercer conjunto de elementos C, que juegan el papel de incididos. Para recuperar los efectos indirectos u “olvidados” que A ejerce sobre C a través el intermediario B, el algoritmo utiliza operadores de composición matricial. El más representativo es la convolución “max-min”, seleccionado para representar una posición prudencial en el decisor: consiste en valuar el impacto a través de las cadenas de transmisión, tomando la menor incidencia en cada eslabón y seleccionando luego, de todas las incidencias menores, aquella que ofrezca la máxima intensidad resultante.

A la matriz borrosa final, que refleja los efectos directos e indirectos acumulados, y, se resta la matriz de incidencias directas concebida originalmente por los expertos. Las diferencias matemáticas de más alta valuación obtenidas en este cálculo matricial, revelan las incidencias “olvidadas”, a considerar, que van a permitir a los gestores reajustar sus estrategias.

4 Kaufmann, A. y Gil Aluja, J: “Técnicas especiales para la gestión de expertos”. Ed. Milla-doiro, Santiago de Compostela, 1993.

En el ámbito de los flujos de capitales y en los tipos de cambio, por ejemplo, se ha demostrado que estas técnicas son superiores a los instrumentos de cobertura tradicionales, porque permiten la gestión avanzada del riesgo cambiario, al identificar factores de vulnerabilidad que la mente humana y los modelos estadísticos convencionales ignoraban.

Una arquitectura técnica al servicio de los algoritmos humanistas

La consideración y posterior utilización de los fundamentos descritos, ha permitido, en el marco de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, crear un conjunto de doce algoritmos humanistas primarios, los cuales se encuentran completamente desarrollados y digitalizados, disponibles para su uso por investigaciones e instituciones, en la página web: www.racef.es.

Estos algoritmos difieren de las arquitecturas convencionales de inteligencia artificial y Machine Learning estocástico. Mientras que las redes neuronales estándar operan como “cajas negras” sustentadas en la correlación probabilística de Big Data masivos, los algoritmos humanistas exigen el filtrado previo hacia un conjunto de Smart Data y la explícita integración de la subjetividad mediante la intervención estructurada de la opinión de expertos y de la lógica borrosa.

Para ilustrar la envergadura y versatilidad de estos instrumentos, a continuación, se detallan algunos de los algoritmos desarrollados en el ámbito de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, estructurados en torno a sus áreas de actividad funcional:

El Algoritmo para la **creación de nuevos productos financieros**, tiene como objeto diseñar un procedimiento de cálculo capaz de ofrecer a los eventuales demandantes de crédito unas condiciones específicas, adaptadas a sus deseos o necesidades, en un contexto socioeconómico concreto, además de que posea un alto grado de adaptabilidad. Cada fase o etapa debe ir acompañada de sus operadores y operaciones, entendibles en el segmento de la población al que va destinado.

Los algoritmos de **armonización y cohesión territorial**, buscan compatibilizar territorios con objeto de evitar enfrentamientos entre grupos de población con diferencias entre criterios, inicialmente preestablecidos, poniendo de relieve las incidencias de segunda y posterior generación que podrían obstaculizar el deseado aumento de la prosperidad compartida. Los operadores a utilizar más necesarios se extraen de la teoría de los efectos olvidados. También estos algoritmos poseen las propiedades de claridad, adaptabilidad y entendibilidad por parte de los ciudadanos afectado por su utilización.

Los algoritmos sobre la **asignación óptima de inmigrantes en general y MENAS en particular**, así como el de **distribución de vacunas escasas**, han sido concebidos para el reparto de personas o también de productos médicos de primera necesidad, teniendo en cuenta, de manera especial, aunque no exclusiva, las características de los humanos o bien objetos de carácter subjetivo y, por tanto, un numerizables mediante asignaciones numéricas objetivas (medidas) , sino con asignaciones numéricas subjetivas (valuaciones). Los operadores básicos pertenecen a la teoría de la asignación de la matemática no numérica de la incertidumbre.

Los algoritmos para **la descarbonización** y de la **economía circular** tienen como finalidad reducir, cuando no sea posible eliminar, los efectos contaminantes de la actividad industrial, comercial, de instituciones o de las personas individualmente consideradas o reunidas en grupos sociales, potenciando la sostenibilidad de los territorios. Los operadores empleados han sido escogidos de las teorías de agrupación y ordenación de la matemática no numérica de la incertidumbre. También, en estos casos, se han conseguido unos algoritmos con un alto grado de flexibilidad y adaptabilidad, todo ello, sin menoscabo de sus claridad y comprensión de los eventuales utilizadores.

El algoritmo para la **detección precoz de problemas psicológicos**, parte de la idea que, en este tipo de enfermedades mentales, se dan las especiales circunstancias de que son tardías en su apreciación y con dificultades para su correcto diagnóstico, ya que los síntomas, sobre todo en lo que se refiere a su intensidad (grado o nivel), son parecidas en varias enfermedades, lo que exige tratamientos distintos y, a veces, no utilizables para más de una de ellas. A esta

especificidad, se le añade que un diagnóstico precoz es vital para la eficacia del tratamiento. Ni que decir tiene la exigencia de las características de flexibilidad y adaptabilidad del algoritmo. Este algoritmo fue testado, en primera instancia, para el diagnóstico precoz el Alzheimer.

Si los demás algoritmos son obra del Dr. Gil Aluja, este último es el resultado conjunto de este Presidente y del neurobiólogo israelí, Jean-Jacques Askenasy.

La propuesta de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona

Realizadas estas consideración al nivel más general, relativas a la situación que presumimos se podría dar en un próximo futuro, concerniente a los sistemas de circulación monetaria a nivel mundial, y teniendo en cuenta las tecnologías elaboradas al amparo de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, no cabe más que aceptar el desafío científico de mayor magnitud y más alta trascendencia cual es proporcionar la mejor solución a la **transición** hacia un régimen futuro de circulación de dinero únicamente digital, del que ya se perciben proyectos en varios espacios de nuestro planeta.

Pero, ¿es qué de nuevo los acontecimientos inducen a presentar soluciones binarias, únicamente, mientras estamos trabajando desde tiempos lejanos con una circulación mixta, casi radical, en el sentido de una libertad plena de elección para el movimiento de dinero físico o digital, y hemos sobrevivido a ello? ¿Es qué la línea ideológica económica que hemos creado e impulsado en la Escuela de Economía Humanista de Barcelona a partir del principio de simultaneidad gradual, no puede aportar instrumentos técnicos para determinar lo que sucedería dentro del intervalo de los límites de una playa de entropía, para escoger, temporalmente la transición óptima, reversible, según unos criterios previamente establecidos?

Sin apriorismo alguno, nos atrevemos a decir que no solo debemos decirlo sino, en la medida de lo posible, aportar los elementos necesarios para determinar en qué nivel tendría que situarse la circulación de dinero físico y en qué nivel el dinero digital, con la duración temporal que fuera necesario. Y,

esto, con la tranquilidad de que, con nuestra tecnología, el resultado óptimo podría recaer, también, en uno de los extremos de la playa de entropía: 100% de dinero físico y 0% de dinero digital o bien en el 100% de dinero digital y el 0% de dinero físico, en el otro extremo.

Reiteramos que en el hipotético resultado obtenido debería, en todo caso, tener una limitada validez temporal, por cuanto las informaciones utilizadas serían adecuadas para un contexto temporal y en unas circunstancias de transición, desde un sistema mixto de larga vida.

Pues bien, estamos convencidos que nuestros algoritmos humanistas, han sido diseñados de tal manera que responden a la perfección de manera positiva, a los requerimientos señalados.

Pero es que, además, reúnen, con creces, los requisitos exigidos para ser calificados de democráticos.

El carácter democrático de los algoritmos humanistas

En una impresión, rápida y concisa se podría decir, después de cuanto acabamos de exponer, que la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras del Instituto de España transita por una buena senda investigadora.

Muchas son las pruebas disponibles que pueden avalar tal afirmación, pero bastará una de ellas, ocurrida recientemente, por cuanto certifica a la vez el acierto en la elección del ámbito prioritario de investigación de la Real Academia (teoría y técnicas para el tratamiento económico de la subjetividad y la incertidumbre) y la claridad en la elaboración, exposición y transmisión de los resultados prácticos, obtenidos con la utilización de algoritmos humanistas.

En efecto, el 20 de septiembre de 2025, la prensa escrita española informaba que la sentencia 1119/2025 de la Sala de lo Contencioso Administrativo del Tribunal Supremo consagraba la transparencia algorítmica como valor democrático.

Un periódico como La Vanguardia del 20 de septiembre de 2025, por ejemplo, titulaba una información: “La Corte Suprema obliga a revelar los engranajes de los algoritmos que gestionan los bienes públicos. Exige del Estado que explique el funcionamiento de los procesos de decisión automatizados”.

No existe una única “sentencia del Tribunal Económico-Administrativo” genérica sobre el funcionamiento de algoritmos, pero la jurisprudencia en general, como el caso de la sentencia del Tribunal Supremo que obliga al Gobierno a desvelar los algoritmos que usa para repartir ayudas, establece la **necesidad de transparencia algorítmica para prevenir arbitrariedades y sesgos discriminatorios**.

Esas sentencias buscan evitar la opacidad, permitiendo que los ciudadanos puedan comprender como funcionan estos procedimientos y se protejan de decisiones injustas, aunque los detalles de acceso al código fuente suelen estar limitados a autoridades de vigilancia en condiciones muy estrictas y con garantías de confidencialidad.

Puntos clave de la jurisprudencia:

- **Transparencia y control democrático:** la transparencia es un valor democrático esencial para evitar la opacidad y el uso arbitrario de algoritmos.
- **Prevención de sesgos:** los algoritmos no deben generar discriminación ni arbitrariedades, y la falta de transparencia puede perpetuar estos problemas.
- **Derecho ciudadano a entender las decisiones:** las decisiones algorítmicas que afectan a los ciudadanos deben poder ser entendidas y cuestionadas.
- **Acceso restringido al código fuente:** si bien se exige transparencia, el acceso al código fuente de los sistemas de inteligencia artificial, como hemos dicho, suele estar reservado a autoridades de vigilancia y no al público en general, aplicándose en casos donde los datos y la documentación facilitada han resultado insuficientes.

En el ámbito de lo contencioso-administrativo y fiscal, se espera que los algoritmos que influyen en decisiones como la distribución de ayudas o el acceso a prestaciones sean comprensibles y no se fundamenten en lógicas opacas y sesgadas.

A nuestro entender, se trata de unas excelentes noticias, ya que deberán permitir, en cierto modo, controlar la validez del proceso operativo de estos procedimientos del cálculo. Aun así, nuestros trabajos, en esa esfera del conocimiento, van más lejos, ya que en ellos:

1º Se expone, en todo caso, los operadores y operaciones a utilizar en cada fase o etapa del algoritmo.

2º Se explica la manera de realizar las comprobaciones deseadas, por parte de “verificador” o del eventual investigador y, así, cuando es necesario poder rehacer todo el proceso del cálculo.

3º Se indica cual es el principio general básico del algoritmo: “el principio de simultaneidad gradual”.

4º Se ponen en evidencia los postulados adoptados para el desarrollo posterior de los razonamientos.

Se puede decir, de esta manera, que nuestra Real Corporación se ha avanzado a las iniciales respuestas sobre los peligros que comporta la Inteligencia Artificial, en general, y en la algorítmica, en particular.

A pesar de ello, también es necesario señalar que la tarea encomendada, en esta esfera de la investigación, no termina aquí. Nuevos obstáculos van a aparecer en el camino hacia los grandes objetivos a alcanzar, que será difícil eliminar, si no somos capaces de unir esfuerzos de colaboración son otros laboratorios prestigiosos, de manera interdisciplinaria.

Los algoritmos humanistas en el estudio de los sistemas de circulación monetaria

A lo largo de los tiempos, la perdurabilidad del dinero, sea de la modalidad que fuere, se ha basado en una firme **confianza** que la sociedad en su conjunto ha depositado en él, como depósito de valor y como medio de pago seguro.

En el escenario de un extremo de la playa de entropía en el que **solo exista el dinero digital**, después de que durante varias generaciones tuvieran la libertad de utilizar solo el dinero físico o una circulación mixta, sin prácticamente limitaciones, la **subjetividad** afloraría en un alto grado o nivel mediante un rechazo psicológico, exclusión de poblaciones sensibles, generaciones de ancianos, hipervigilancia de los gobiernos, desestabilización comercial, etc., aun cuando los movimientos monetarios digitales ya forman parte, cada vez más, de nuestras vidas, mediante tarjetas de crédito, plataformas digitales o aplicaciones bancarias, entre otras.

La utilización de algoritmos humanistas deviene casi imprescindible, por la cada vez mayor y más intensa intervención de criterios de carácter subjetivo en las relaciones monetarias.

Desde otro punto de vista, los algoritmos humanistas permiten un cierto control de la oferta monetaria, así como determinar la fijación de los tipos de interés de referencia, en las circunstancias establecidas para los distintos niveles de los criterios (conjunto de referenciales de los subconjuntos borrosos).

En efecto, resulta difícil, en las volátiles circunstancias actuales, asentar sobre reglas monetaristas de carácter mecanicista, acciones tan importantes como la regulación de la oferta monetaria o la fijación de los tipos de interés, como acabamos de señalar.

Así, la pureza clásica de la ecuación cuantitativa del dinero:

$$m \times v = p \times q$$

ha servido durante muchos años para asentar las decisiones en los Bancos Centrales de las economías avanzadas.

Sobre esta ecuación se han anunciado reglas monetarias como las de Milton Friedman (1912-2006) o las relativas a los ciclos de Friedrich Hayek (1899-1992), ambos premios Nobel, el primero en 1976 y el segundo en 1974.

A título representativo de la naturaleza de estas reglas, nos referiremos, únicamente, a la regla monetaria de Friedman, que propone que el Banco Central aumente la oferta monetaria (m) a un tipo fijo constante, equivalente al crecimiento a largo plazo del PIB, con objeto de garantizar la estabilidad de los precios (p).

Esta regla persigue mitigar, o mejor evitar, las inflaciones duraderas y la intensidad y duración de los ciclos económicos causados por políticas monetarias erráticas.

Las reglas de Friedman se basan en la teoría cuantitativa del dinero ($m \times v = p \times q$), donde la inflación es un fenómeno monetario derivado de un crecimiento excesivo del dinero. Su objetivo es evitar tanto la alta inflación como la deflación, asegurando que la cantidad de dinero crezca al mismo ritmo que la producción real.

Friedman argumentaba que los cambios discrecionales en la política monetaria producen retrasos “prolongados y variables”, lo que a menudo desestabiliza la economía en lugar de estimularla.

Si el PIB crece un 3%, y la velocidad del dinero (v) es estable, la oferta monetaria (m) debe crecer a ese mismo 3% para mantener los precios (p) estables.

El enfoque de Friedman implica aumentar la oferta monetaria si la velocidad del dinero (v) cae (como en la Gran Depresión) para evitar una crisis financiera.

Esta regla supuso una crítica directa al keynesianismo y al intento de algunos bancos centrales de gestionar la demanda agredada a corto plazo.

Conclusiones

El llamamiento a un encuentro en Sinaia por parte de la Academia Rumana, el Banco Nacional de Rumanía y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, en un momento en que nuestras sociedades se hallan en un rápido proceso de transformación, es un paso delante de la ciencia económica en el gran proyecto de adaptar, renovar o crear sus tecnologías, para hacerlas aptas en el nuevo mundo, que ya tenemos delante de nuestros ojos, cada vez más complejo e incierto.

A lo largo de este trabajo se encuentra latente uno de los desafíos más importantes a los que se enfrentan las nuevas tecnologías, ante la incorporación en la circulación monetaria del dinero digital, arrinconando, cada vez más, la utilización del dinero tangible.

No dudamos que este proceso de sustitución va a tener un carácter irreversible, pero quedarnos con esta afirmación sería, en todo caso, situarnos en los prolegómenos del problema que la sociedad de todo el mundo tiene entre sus manos, sin darle solución.

Para buscar un buen resultado a nuestra inquietud ha sido necesario recurrir, una vez más en nuestras investigaciones, unas tecnologías que se han apoyado en unos procedimientos de cálculo que hemos llamado **algoritmos humanistas**, sustentados en la numerización de la subjetividad inherente a las decisiones económicas y en la teoría de los subconjuntos borrosos.

Desde otra perspectiva se ha situado nuestro empeño en el contexto de unas sociedades con un alto grado de democracia como son las nuestras.

Siempre hemos sostenido que una de las razones por las que la democracia no solo es la manera más justa, o por lo menos la menos injusta, de organización de una agrupación humana, sino porque también resulta la más eficiente en crear, transmitir y facilitar la información a todos los ciudadanos.

Hasta hace muy poco tiempo el reto de la democracia era posibilitar el flujo libre de la información. Con la revolución digital que ha convertido ese flujo en un tempestuoso torrente que ha sumido a la sociedad en un paisaje de inundación continua, a todas horas, a todas las edades y al alcance de toda la población, se ha puesto en peligro su alto valor al tergiversar el sentido mismo de la libertad humana.

De ahí que pidamos aquí y en este momento, que se cumpla, a nivel de Europa, la extensión a todos los países que la formamos, de la Sentencia del Tribunal Supremo de Justicia de España, sentencia 1119/2025 de fecha 11 de septiembre, que consagra la transparencia algorítmica como valor democrático.

Para finalizar, hacemos un llamamiento, como europeos, a la transparencia algorítmica instaurada por ley. Y, con ella, a la reconquista de nuestra soberanía digital, hoy amenazada por los grandes imperios, como españoles y europeos.

Solo con el esfuerzo de todos, la competencia técnica, la formación académica y la dignidad investigadora, podremos, unidos, mantener el alto coste que comporta la prosperidad compartida de nuestra futura sociedad del bienestar.

Gracias, muchas gracias.

Bibliografía

- Clausius, R. I. E. (1886). Ann Phis, CXXV.
- Gil Aluja, J. (1996). Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión. En Proceedings del *III Congreso de SIGEF* (Buenos Aires, 11-13 noviembre de 1996).
- Gil Aluja, J. (1999). *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- James, W. (1956). The dilemma of determinism. In *The will to believe*. Ed. Dower, New York.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1988). *Modelos para la investigación de efectos olvidados*. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1993). *Técnicas especiales para la gestión de expertos*. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20.
- Lukasiewicz, J. (1910). O zasadzie wyłączonego Srodka. *Przeegl'd Filofiazni*, 13.
- Popper, K. (1984). *L'univers irrésolu. Plaidoyer pour l'indéterminisme*. Ed. Hermann, Paris.
- Zadeh, L. (1965, junio 8). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

DINERO DIGITAL Y DINERO REAL

CENTRAL BANK DIGITAL CURRENCIES (CBDC)

Dr. Fernando Casado Juan
*Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas
y Financieras*

1. Introducción: una nueva etapa en la historia del dinero

El sistema monetario está entrando en una nueva fase de transformación que puede calificarse, sin exageración, como histórica. Nos encontramos ante un proceso de transición desde un modelo basado en la coexistencia del dinero físico y el dinero bancario hacia otro en el que el **dinero digital público emitido por los bancos centrales** puede adquirir un papel relevante.

A lo largo de la historia, el dinero ha evolucionado adaptándose a las necesidades económicas y tecnológicas de cada época: desde los metales preciosos hasta el dinero fiduciario moderno. En la actualidad, ese proceso evolutivo se traslada al ámbito digital. Sin embargo, lo verdaderamente significativo no es el cambio tecnológico en sí, sino sus implicaciones institucionales, económicas y sociales.

Hasta ahora han coexistido dos grandes formas de dinero:

- el dinero del banco central (billetes y monedas),
- y el dinero bancario (depósitos en entidades financieras).

La novedad es la aparición de las denominadas **CBDC (Central Bank Digital Currencies)**, es decir, dinero digital emitido directamente por el banco central y accesible a ciudadanos y empresas. En el caso europeo, el proyecto del **euro digital** pretende constituirse como un “efectivo digital”, complementario al dinero físico, garantizando que el dinero público siga siendo el ancla del sistema monetario en una economía cada vez más digitalizada.

Las principales instituciones monetarias internacionales coinciden en que el dinero digital público puede convertirse en un nuevo pilar del sistema monetario. No obstante, también subrayan que el verdadero desafío no es tecnológico, sino institucional: cómo diseñarlo de forma que mejore la eficiencia sin generar riesgos para la estabilidad.

Conviene subrayar que las CBDC no deben confundirse con las criptomonedas descentralizadas como Bitcoin. Mientras estas últimas no están respaldadas por ninguna autoridad monetaria y presentan una elevada volatilidad, las monedas digitales de banco central serían dinero oficial emitido y garantizado por los propios bancos centrales.

2. Factores que impulsan la investigación sobre dinero digital

El creciente interés por el dinero digital no responde a una moda pasajera, sino a una serie de transformaciones estructurales que están redefiniendo el funcionamiento del sistema económico.

2.1. Digitalización de los pagos

El uso del efectivo ha disminuido progresivamente en muchas economías avanzadas, mientras que los pagos electrónicos y digitales han experimentado un crecimiento extraordinario durante la última década¹.

1 Zona euro

- Pagos digitales: crecimiento acumulado superior al **80 %** desde 2015.
- Pagos contactless: multiplicados por más de **5** desde 2019.

Mundo

- El mercado global de pagos digitales supera ya los **10 billones de dólares anuales**.
- Se prevé que los usuarios de pagos digitales superen los **5.500 millones** antes de 2030.

España

- Más del **70 % de los consumidores** utiliza tarjeta o móvil de forma habitual.
- Los pagos inmediatos y móviles crecen a doble dígito anual.

Según datos del Banco Central Europeo, en la zona euro los pagos digitales ya representan más del 60 % de las operaciones de pago minoristas, frente a porcentajes claramente inferiores hace apenas diez años. Paralelamente, el uso del efectivo en puntos de venta ha descendido de forma significativa: en 2016 representaba aproximadamente el 79 % de las transacciones en número, mientras que en 2024 se sitúa ya por debajo del 50 % en varios países europeos.

En el ámbito global, el volumen de pagos digitales no en efectivo ha venido creciendo a tasas anuales próximas al 10-15 %, impulsado por:

- el comercio electrónico,
- la generalización del smartphone,
- las plataformas fintech,
- y los sistemas de pago instantáneo.

La pandemia de COVID-19 aceleró adicionalmente esta tendencia. Entre 2020 y 2022, numerosos países registraron incrementos superiores al 25 % en pagos digitales y contactless.

En economías como Suecia o China, el efectivo representa ya una parte muy reducida de las transacciones cotidianas. En China, por ejemplo, los pagos móviles a través de plataformas digitales superan ampliamente al efectivo en la vida diaria, mientras que en los países nórdicos algunos comercios han dejado prácticamente de aceptarlo.

España también refleja esta transformación. Según el Banco de España, el uso de pagos con tarjeta y medios digitales se ha multiplicado en los últimos años, especialmente en pagos de pequeño importe, donde tradicionalmente predominaba el efectivo.

Esta evolución explica que los bancos centrales consideren prioritario garantizar que el dinero público continúe teniendo presencia en un entorno crecientemente digitalizado, evitando que el sistema monetario dependa exclusivamente de operadores privados.

2.2. Soberanía monetaria

El desarrollo de plataformas tecnológicas globales y sistemas de pago privados ha generado inquietud en los bancos centrales. Existe el riesgo de que el control del sistema de pagos y, en última instancia, de la intermediación monetaria, se desplace hacia actores no públicos. En este contexto, las CBDC se perciben como un instrumento para preservar la **soberanía monetaria**.

2.3. Eficiencia del sistema de pagos

Las monedas digitales públicas podrían mejorar significativamente la eficiencia del sistema financiero:

- reduciendo los costes de transacción,
- aumentando la rapidez de los pagos,
- y favoreciendo la inclusión financiera.

Estas mejoras son especialmente relevantes en un contexto de creciente digitalización de la economía.

Sin embargo, la digitalización financiera no ha sido impulsada únicamente por los bancos centrales o el sistema bancario tradicional.

2.4. Competencia frente a monedas privadas

El auge de las criptomonedas y, especialmente, de las denominadas *stablecoins*, ha acelerado significativamente la respuesta de los bancos centrales en materia de dinero digital.

Las primeras criptomonedas, como Bitcoin, pusieron de manifiesto la posibilidad tecnológica de realizar transacciones digitales descentralizadas sin necesidad de intermediarios tradicionales. Sin embargo, su elevada volatilidad ha limitado su utilización como verdadero medio de pago o reserva estable de valor.

La situación cambia con las *stablecoins*, que son monedas digitales privadas diseñadas para mantener un valor relativamente estable al estar vinculadas a activos de referencia, normalmente monedas oficiales como el dólar o el euro. Ejemplos como USDT (Tether) o USDC han alcanzado volúmenes de circulación muy significativos y son utilizadas ampliamente en mercados digitales y financieros.

El verdadero elemento de preocupación para los bancos centrales surgió cuando grandes plataformas tecnológicas comenzaron a plantear proyectos de monedas digitales privadas de alcance global. El caso más relevante fue el proyecto Libra —posteriormente denominado Diem— impulsado por Meta (Facebook) en 2019. La posibilidad de que una plataforma con miles de millones de usuarios pudiera emitir un medio de pago digital propio generó una fuerte reacción de bancos centrales y autoridades regulatorias.

El temor principal no era únicamente tecnológico, sino monetario y geopolítico. Si grandes plataformas privadas llegaran a controlar una parte significativa de los pagos digitales globales, los bancos centrales podrían perder capacidad de supervisión, control monetario e incluso influencia sobre la estabilidad financiera.

Además, las *stablecoins* plantean diversos riesgos:

- riesgo de liquidez y solvencia si los activos de respaldo no son suficientes,
- falta de transparencia en algunos emisores,
- posible utilización en operaciones transfronterizas fuera del control regulatorio,
- y riesgo de fragmentación del sistema monetario.

En este contexto, muchos bancos centrales comenzaron a considerar que el desarrollo de monedas digitales públicas no era solo una innovación tecnológica, sino también una cuestión de soberanía monetaria y estabilidad financiera.

El euro digital, por ejemplo, no pretende competir directamente con las criptomonedas especulativas, sino garantizar que exista una alternativa pública, segura y regulada en un entorno cada vez más digitalizado.

De hecho, algunos economistas consideran que las CBDC constituyen, en parte, una respuesta institucional al riesgo de privatización progresiva del dinero y del sistema de pagos.

Tradicionalmente, a lo largo de la historia, la emisión de dinero ha sido una función esencialmente soberana. El auge de las stablecoins plantea, por primera vez en décadas, la posibilidad de que parte de esa función pueda desplazarse hacia actores privados globales.”

3. Principales líneas de investigación económica

El desarrollo del dinero digital ha abierto un amplio campo de investigación que abarca múltiples dimensiones del sistema económico.

3.1. Impacto en el sistema bancario

Uno de los debates más relevantes se centra en el posible efecto de las CBDC sobre los bancos comerciales. Si los ciudadanos pudieran mantener depósitos directamente en el banco central, podría producirse una reducción de los depósitos bancarios tradicionales, afectando y encareciendo la financiación del crédito. Algunos modelos económicos ya muestran que podría reducir el crédito bancario o modificar el sistema financiero, si no se establecen límites.

Con lo cual, este fenómeno podría modificar profundamente el modelo de intermediación financiera, obligando a replantear el papel de los bancos en la economía.

3.2. Estabilidad financiera

Otro ámbito clave de investigación es el impacto sobre la estabilidad del sistema financiero. La facilidad de transferir fondos hacia una moneda digital

del banco central podría facilitar episodios de inestabilidad, especialmente en situaciones de crisis.

Se habla, en este sentido, de posibles **“fugas bancarias digitales”**, caracterizadas por la rapidez con la que los depósitos podrían desplazarse hacia activos considerados más seguros.

Algunos modelos económicos recientes muestran que, en situaciones de incertidumbre financiera, los ciudadanos podrían trasladar de forma muy rápida sus depósitos desde bancos comerciales hacia monedas digitales emitidas por el banco central, consideradas activos más seguros.

Este fenómeno ha sido analizado especialmente mediante modelos de intermediación bancaria y estabilidad financiera inspirados en los tradicionales modelos de “bank runs” o fugas bancarias, adaptados al entorno digital.

Entre los más relevantes destacan:

a. Modelos basados en Diamond-Dybvig

Muchos estudios parten del conocido modelo de Diamond y Dybvig (1983), utilizado históricamente para explicar las fugas bancarias tradicionales.

En su adaptación al contexto digital, diversos investigadores analizan cómo una CBDC podría facilitar movimientos instantáneos de depósitos hacia el banco central en momentos de crisis, aumentando la velocidad y magnitud potencial de las fugas bancarias.

La diferencia fundamental respecto al modelo clásico es que, con dinero digital público accesible desde dispositivos móviles, la transferencia podría producirse de manera inmediata y masiva.

b. Modelos de sustitución de depósitos

Otros modelos estudian el grado en que los ciudadanos podrían sustituir depósitos bancarios por dinero digital del banco central dependiendo de:

- la remuneración ofrecida,
- el nivel de confianza en los bancos,
- o el contexto macroeconómico.

Estos trabajos muestran que, si la CBDC ofreciera elevada seguridad o remuneración atractiva, podría reducir significativamente los depósitos bancarios tradicionales, afectando a la capacidad de concesión de crédito.

c. Modelos de estabilidad financiera y política monetaria

Algunas investigaciones desarrolladas por el FMI, el BIS y diversos bancos centrales analizan escenarios híbridos donde coexisten:

- efectivo,
- depósitos bancarios,
- y dinero digital público.

Estos modelos estudian cómo pequeños cambios en la confianza pueden provocar desplazamientos rápidos de liquidez hacia la CBDC durante episodios de tensión financiera.

d. Modelos de “flight to safety”

Otros enfoques se centran en el denominado *flight to safety* (“huida hacia activos seguros”).

En contextos de crisis, los ciudadanos tienden a desplazar recursos hacia activos considerados más seguros. Una moneda digital respaldada directamente por el banco central podría convertirse en el activo refugio más inmediato y accesible del sistema financiero.

Por ello, muchos economistas consideran que el diseño institucional de las CBDC será determinante para evitar riesgos sistémicos. De ahí que numerosos proyectos contemplen mecanismos de control como:

- límites máximos de saldo,
- remuneraciones no competitivas frente a depósitos bancarios,
- o restricciones operativas temporales en situaciones de estrés financiero.

3.3. Política monetaria

El dinero digital podría modificar los mecanismos tradicionales de transmisión de la política monetaria. Entre las posibilidades analizadas destacan:

- una mayor eficacia en la transmisión de los tipos de interés,
- la posibilidad de aplicar tipos negativos de forma directa,
- o la implementación de transferencias directas a los ciudadanos.

Estas herramientas podrían ampliar el margen de actuación de los bancos centrales en contextos de crisis. De hecho, el FMI ha estudiado varios escenarios según si el dinero digital sustituye al efectivo o a los depósitos bancarios.

3.4. Diseño institucional del dinero digital

El diseño de las CBDC constituye uno de los aspectos más complejos y determinantes. Las decisiones en este ámbito condicionarán su impacto económico.

Entre las principales cuestiones destacan:

- si el dinero digital debe ser remunerado,
- si deben establecerse límites de saldo,
- qué nivel de privacidad debe ofrecer,
- y cómo equilibrar seguridad y anonimato.

- ¿Deben permitirse los pagos offline? Algunos estudios ya proponen sistemas que permitan pagos offline con privacidad similar al efectivo.

De hecho, no existe un modelo único, y diferentes países están explorando alternativas diversas.

Uno de los debates más sensibles gira en torno a la privacidad de las transacciones. Mientras algunos sectores defienden que el dinero digital debe preservar un nivel de anonimato similar al efectivo, otros consideran necesario mantener mecanismos de trazabilidad para prevenir fraude, blanqueo de capitales o financiación ilícita.

3.5. Aceptación social

La adopción del dinero digital dependerá no solo de su diseño técnico, sino también de factores sociales y culturales. La confianza en las instituciones, especialmente en el Banco Central, la facilidad de uso y la percepción de privacidad serán determinantes.

Sin aceptación social por parte de los ciudadanos, cualquier innovación monetaria corre el riesgo de fracasar, independientemente de su sofisticación técnica.

4. Situación actual: un fenómeno global

El desarrollo del dinero digital ha superado el ámbito teórico y se ha convertido en una prioridad para los bancos centrales. Según el Banco de Pagos Internacionales, más del 90 % de los bancos centrales del mundo están investigando o desarrollando proyectos de moneda digital.

Entre los casos más relevantes destacan no solo el euro digital o el yuan digital chino, sino también diversos proyectos desarrollados en economías avanzadas como Estados Unidos y Reino Unido, donde el debate se encuentra

especialmente centrado en las implicaciones monetarias, financieras y regulatorias del dinero digital público.

Estados Unidos

En Estados Unidos, la Reserva Federal ha venido desarrollando investigaciones sobre un posible “digital dollar”, aunque con una aproximación más prudente que la adoptada por China o incluso por la Unión Europea.

El proyecto estadounidense no se encuentra todavía en fase de implantación, pero sí en una intensa fase de análisis técnico y estratégico. La Reserva Federal ha publicado distintos informes evaluando:

- el impacto potencial sobre el sistema bancario,
- la estabilidad financiera,
- la privacidad de los usuarios,
- y el papel internacional del dólar.

Uno de los principales elementos de preocupación en Estados Unidos es preservar el papel del dólar como principal moneda de reserva internacional y evitar que futuros sistemas digitales impulsados por otras potencias puedan debilitar esa posición dominante.

Asimismo, existe un intenso debate político y jurídico sobre:

- el grado de privacidad de las transacciones,
- la intervención del Estado en los pagos digitales,
- y el posible impacto sobre la banca comercial.

Por ello, la Reserva Federal mantiene una posición relativamente cautelosa, priorizando la investigación y el análisis antes de avanzar hacia una eventual implementación.

Reino Unido

En el caso británico, el Banco de Inglaterra y el Tesoro del Reino Unido vienen trabajando desde hace años en el denominado “digital pound”, conocido también informalmente como “Bitcoin”.

El objetivo del proyecto británico no es sustituir el efectivo, sino ofrecer una forma digital de dinero del banco central que pueda coexistir con los depósitos bancarios y los sistemas privados de pago.

El Banco de Inglaterra considera que la creciente digitalización de la economía y la reducción progresiva del uso del efectivo justifican estudiar nuevas formas de dinero público digital.

Entre los principales aspectos analizados destacan:

- la protección de la estabilidad financiera,
- el mantenimiento de la confianza en el sistema monetario,
- y el equilibrio entre innovación y privacidad.

El modelo británico contempla, además, que el dinero digital sea distribuido a través de intermediarios privados, evitando así que el banco central gestione directamente las cuentas de los ciudadanos.

Estos proyectos muestran que las principales economías desarrolladas consideran el dinero digital no solo como una innovación tecnológica, sino como una cuestión estratégica vinculada a:

- la soberanía monetaria,
- la estabilidad financiera,
- la competitividad internacional,
- y el futuro del sistema de pagos global.

De hecho, la competencia monetaria internacional podría trasladarse progresivamente desde las monedas físicas tradicionales hacia plataformas digitales monetarias respaldadas por bancos centrales.

5. Implicaciones económicas y retos futuros

El desarrollo del dinero digital plantea importantes desafíos:

- la redefinición del papel de los bancos comerciales,
- cambios en la arquitectura del sistema financiero,
- nuevas exigencias regulatorias,
- y el impacto en la política monetaria.

Además, introduce cuestiones relacionadas con la privacidad, la seguridad y la gobernanza del sistema monetario.

En este contexto, el dinero digital no debe entenderse como una mera innovación tecnológica, sino como una transformación estructural que afectará a la economía en su conjunto.

6. Conclusión

Nos encontramos ante un proceso comparable a grandes transformaciones históricas del sistema monetario, como el paso del patrón oro al dinero fiduciario o la consolidación de los bancos centrales modernos.

El reto para la investigación económica consiste en diseñar un sistema en el que el dinero físico, el dinero bancario y el dinero digital puedan coexistir de forma estable y eficiente.

Las principales preguntas siguen abiertas:

- ¿Debe el dinero digital del banco central pagar intereses?

- ¿Cómo evitar posibles fugas bancarias digitales?
- ¿Qué grado de privacidad debe ofrecer?
- ¿Qué papel desempeñarán los bancos comerciales en el nuevo sistema?
- ¿Cómo afectará a la política monetaria en el largo plazo?

En definitiva, el dinero digital no solo redefine el concepto de dinero, sino que abre uno de los campos más relevantes de la investigación económica contemporánea. Su desarrollo marcará, en gran medida, la configuración del sistema financiero en las próximas décadas.

La evolución del dinero digital no constituye únicamente una innovación financiera, sino una transformación potencial de la arquitectura monetaria internacional. Su desarrollo condicionará no solo el futuro de los sistemas de pago, sino también el equilibrio entre soberanía monetaria, estabilidad financiera y poder económico en las próximas décadas

Y para finalizar considero conveniente exponer estas reflexiones institucionales sobre el dinero digital

1. Banco de Pagos Internacionales (BIS)

“Las monedas digitales de banco central pueden convertirse en un nuevo pilar del sistema monetario en la era digital.”

(BIS, Annual Economic Report)

2. Christine Lagarde – Banco Central Europeo

“El euro digital garantizaría que el dinero público siga siendo el ancla del sistema monetario en la economía digital.”

(ECB speeches on the digital euro)

3. Fondo Monetario Internacional (IMF)

“Las CBDC tienen el potencial de transformar el sistema de pagos, pero su diseño será determinante para su impacto económico.”

(IMF Fintech Notes)

Referencias

Recientes sobre dinero digital de bancos centrales (CBDC):

1. Impacto sobre estabilidad financiera

Nakamura, F. (2024). “Central Bank Digital Currencies and Financial Stability”. IMF Working Paper.

- Analiza cómo la emisión de una moneda digital del banco central puede afectar al balance del sistema bancario y a la estabilidad financiera.
- Estudia cómo cambian los balances del banco central y de los bancos comerciales si los ciudadanos trasladan depósitos al dinero digital.

2. Dinero digital y política monetaria

Bhattarai, S. et al. (2024). “Central Bank Digital Currency and Transmission of Monetary Policy”.

- Analiza cómo un CBDC puede cambiar la transmisión de la política monetaria.
- Los resultados muestran que el impacto depende de si el dinero digital sustituye a los depósitos bancarios o al efectivo.

3. Revisión general de la literatura económica

Dionysopoulos, L. (2024). “Central Bank Digital Currencies: A Critical Review”.

- Revisión amplia de las investigaciones existentes sobre CBDC.
- Analiza motivaciones, diseño institucional y efectos económicos.

4. Investigaciones sobre el euro digital

Bofinger, P. (2024). “The Digital Euro and Central Bank Digital Currencies”.

- Estudia el proyecto de euro digital desde la perspectiva económica y monetaria.
- Analiza cómo podría integrarse en el sistema financiero europeo.

5. Investigaciones globales sobre CBDC

Bank for International Settlements (2024). “Survey on Central Bank Digital Currency”.

- Encuesta global a bancos centrales.
- Más del 90 % de los bancos centrales están investigando o desarrollando monedas digitales.

6. Modelos de intermediación bancaria y estabilidad financiera

- **Diamond, D. & Dybvig, P.** (1983) Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity
- **Brunnermeier, M. & Niepelt, D.** (2019) On the Equivalence of Private and Public Money
- **Fernández-Villaverde et al.** (2021) trabajos sobre CBDC y estabilidad financiera.
- **IMF Working Papers (2023-2024)** sobre riesgos de desintermediación bancaria.

STABLECOINS AND THE TRANSFORMATION OF MONETARY TRUST IN THE DIGITAL AGE

Sr. Ovidiu Slăvoiu

*Strategy Consultant, Cryptocurrencies and digital currency office,
Strategic Projects Department, National Bank of Romania*



Introduction

The proposed theme is intentionally broad, as it starts from the premise that stablecoins should be understood not merely as crypto-financial instruments, as they were born, but as an institutional and payment infrastructure that challenges some of the key assumptions about money, sovereignty, and the role of central banks. Stablecoins challenge us to revisit concepts and beliefs we have been treating as perpetual. The proposed theme is therefore an

invitation for further constructive debate and intellectual reflection and professional introspection.

Monetary trust: a brief historical perspective

Before getting into stablecoins technicalities, I suggest a question: *when we speak about monetary trust, what exactly do we have in mind?* Is it trust in the issuer? In the legal and technological infrastructures that support the currency? Or is it something more complex, and subtle like a collective social consensus? A fair way to start exploring these questions is to reflect on the evolution of the nature of money.

The earliest forms of money – grain, cattle, shells, metals – had **intrinsic** worth. Trust required no authority or institution. The introduction of metallic coinage added an institutional dimension: the **sovereign's stamp**, which was the first declaration of authority - monetary trust becomes, in part, political trust. Later, the medieval traders introduced the concept of value exchange without physical coin movement: bill of exchange, letter of credit, and early banking deposits are claims on future payment backed by merchant reputation and legal enforcement. Thus, trust moved to the **relationship** and the **contract**. Shakespeare's *The Merchant of Venice* brilliantly explains the nature of this kind of trust.

During the 17th – 19th century money became an institutional promise. It is also the emergence of central banks (Bank of England, 1694). Goldsmiths' takings evolved into banknotes convertible for metal held in reserve. Trust became layered: in the **note**, in the **issuing bank**, in the **sovereign banking**. Along the 20th century, fiat money derives its value from state decree, legal tender, and the credibility of monetary institutions. Monetary trust became almost entirely **institutional**, residing in central bank independence and fiscal credibility. Eventually, the digitalization of banking systems has dematerialized money in commercial bank ledgers and technological systems that record and move it between accounts. Trust increasingly came to reside in the reliability of the infrastructure itself.

Starting 2009, bitcoin introduced a radically different model: monetary issuance (even if they are not money, but crypto assets) governed by **public algorithms and distributed consensus**. It also introduced the paradox of “trustless money trusted by relatively few”. Stablecoins, discussed in greater detail below, introduced, starting 2014, a new trust architecture partially delegated to **code, smart contracts, reserve audits, private issuers**. Lately, central banks are attempting to reclaim the digital monetary layer while preserving public accountability, financial stability, monetary sovereignty, through CBDCs, which is an emerging path towards a hybrid monetary system.

Irrespective the debate and emerging consensus or disagreement, the nature of monetary trust in this world is not yet decided. What this evolution reveals is that money is not a thing, but an evolving social technology whose trust reflects the institutional, technological, and political context of its time. Each stage did not replace the previous one; but added a new trust form or layer on top of older ones.

Introducing stablecoins

One could argue that stablecoins are generating a transition from financial instruments toward a broader social, economic, and geopolitical phenomenon. The usual debates around them focus on regulatory compliance, reserve adequacy, systemic risk; all are legitimate concerns. However, we need to enhance our view and look through a complementary lens: *what happens to money, if it becomes not only digital, but programmable, and partially detached from the sovereign and banking infrastructure?*

Let us begin with a conversational definition. **Stablecoins are digital representations of value designed to maintain price stability relative to a reference asset (typically a fiat currency) while operating on programmable, distributed digital infrastructures**. They simultaneously exhibit characteristics of money, payment instruments, settlement assets, and digital platforms, without fitting neatly into any single category. This variety is itself a conceptual and, implicitly, regulatory challenge. Moreover, they natively circulate on distributed networks and integrate directly into automated finan-

cial and commercial processes, bypassing, even if partially, the traditional correspondent banking architecture.

The conventional taxonomy classifies stablecoins according to their stabilization mechanism: fiat-backed instruments (like USDT and USDC), asset-backed variants, crypto-collateralized assets, and algorithmic stablecoins. BIS and FSB have proposed a different classification principle starting from *who ultimately stands behind the promise of stability and trust?* This approach looks on a larger spectrum of instruments: CBDCs, regulated bank tokenized deposits, privately issued stablecoins. This approach is more useful to central bankers and regulators because it links directly with accountability and crisis management frameworks.

A few figures may also help put stablecoins into perspective.

Metric	Stablecoins
Market capitalization	~ USD 320B (April 2026)
Share of global bank deposits	~ 0.2%
Raw annual transfer volume	~ USD 33T (2025)
Adjusted annual transfer volume	~ USD 10T (2025)
Visa annual volume	~ USD 16T (2025)
Mastercard annual volume	~ USD 10T (2025)
Global B2B payments market	~ USD 1.6 quadrillion
Stablecoin share of global B2B flows	~ 0.01 - 0.02%
2030 market capitalization projections	~ USD 1–3T (moderate scenario)

Sources: BIS, IMF, ECB, VISA, Reuters, Business Standards, WSJ, KuCoin, Visual Capitalist, banking statistics.

Their market capitalization currently stands at approximately USD 320 billion, which represents around 0.2% of global bank deposits - a relatively small exposure. Stablecoins transaction data tells a different story, however: raw annual transfer volume reached approximately USD 33 trillion in 2025.

Adjusted for wash trading and internal transfers, the figure is around USD 10 trillion, the equivalent of Mastercard's annual volume. Looking ahead, conservative projections suggest stablecoin market capitalization could reach between USD 1 and 3 trillion by 2030. This trajectory could have significant systemic implications.

There is also another debate around stablecoins: *are they a new payment technology, or something else, more significant?* As agreed, money is considered a social technology that offers trust for running economic activities. The institutional safety net around money (central banks, deposit guarantee schemes, lender of last resort mechanism) exist because money's social function requires stability and confidence. Stablecoins propose a different way of organizing monetary infrastructure through technology, to **encode trust algorithmically rather than institutionally**. The questions are: *Is it desirable? And what it implies for the institutional ecosystem built around money over the past centuries?*

This is why stablecoins are potentially a new monetary layer. The real innovation behind them is not the token itself, but the possibility of **programmable money**: financial interactions that are not handled by human intermediaries, but are encoded in smart contracts and executed autonomously, for programmable conditioned payments, instant cross-border settlement without correspondent banking, and integration with AI-driven systems. The challenge for monetary theorists and central bankers is: *if trust in money can be technologically designed through code that is transparent, verifiable, and self-executing, what role remains for institutional trust?*

The link with AI

Behind this complex new world of programmable money, there is also a link with AI, which complicates the discussion even more. Their intersection may give rise to some of the most consequential questions. AI agents, capable of transacting autonomous economic action (purchasing, contracting, optimizing) require a payment layer that is machine-readable and that

can operate without human authorization at every step. Stablecoins running on smart contract platforms are a natural candidate for that purpose. AI agents transacting autonomously, digital wallets optimizing consumption, financial systems becoming increasingly predictive and behavior-driven are not science fiction anymore. There are different prototype forms and degree of their execution.

Thus, new questions arise: *if economic action becomes increasingly distributed between humans and algorithmic systems, what are the implications for individual autonomy, for market regulation, and for the conduct of public policies (including the monetary one)?*

Beyond technological implications

I have previously mentioned the **geopolitical dimension** of the stablecoins. Dollar-denominated ones – USDT and USDC – account for the majority of global stablecoin liquidity, which reflects the pre-existing dollar dominance in global finance. We may already be witnessing a form of digital currency substitution - digital dollarisation - in emerging markets where local monetary conditions are volatile and where stablecoins are used as a store of value and medium of exchange because they are perceived trustworthy and stable. For European authorities, this raises a different challenge: how do we preserve meaningful monetary sovereignty without ceding the digital monetary layer to private, dollar-denominated infrastructure, while still remaining open to innovation?

Another relevant dimension, which deserves attention, is the **behavioral economics and sociology implications**. Payments become frictionless, invisible, and seamlessly automated. When buying is automated, embedded in digital flows and no longer initiated through deliberate decision-making, the financial decisions may become more vulnerable to the design rules of the platforms facilitating those flows. If data generated by the financial behavior is used to predict, influence, and shape economic conduct, then I think we need to cautiously evaluate who controls that data and who go-

verns its use. It is a perspective which approaches an uncharted territory at the intersection of behavioral economics, monetary theory, and digital platform governance.

Speaking of monetary matters, one should also clarify the **role of central banks** in a programmable economy. These trust-based institutions are facing a new type of strategic challenge: a new set of instruments to regulate plus a potential transformation of the monetary architecture where they actually operate. One possible scenario is that the future monetary system will be neither purely public nor purely private, but hybrid, with different segments of the monetary ecosystem functioning under different trust models, different technological infrastructures, and different governance arrangements.

In that context, we may foresee four roles for central banks that are worth discussing:

- setting interoperability standards to ensure the different layers of the monetary system can communicate and work together for the financial stability goal;
- managing concentration risk, given that the current stablecoin ecosystem is highly oligopolistic;
- supporting inclusive digital finance, so that the efficiency gains of programmable money should not be consumed only by those technologically sophisticated;
- and, of course, developing CBDC infrastructure and/or supporting tokenized deposits as alternative to a privately dominated digital monetary landscape.

Open questions and conclusions for now

In this context, there are several open questions to further reflect on from an economic, academic, and public policy perspectives:

- from a monetary transmission angle, in the case of a widespread adoption, should stablecoins be considered a new form of money, or a payment mechanism?
- can trust genuinely and at scale migrate from public institutions to digital infrastructures? And if it will, is that a desirable development or a vulnerability? Why?
- what are the systemic risk implications of globally significant payment instruments issued by private entities outside the traditional banking safety net?
- how do stablecoins reshape the relationship between money, individual autonomy, and digital platforms?

Stablecoins matter not because they digitize money, but because they challenge the institutional, technological, and political foundations upon which monetary trust has historically rested.

How societies and public institutions preserve trust, stability, and human autonomy in an increasingly programmable financial world remains an open question. We may not yet have definitive answers. But the quality of the questions we ask today will shape the quality of the institutions and frameworks we build tomorrow

And that is precisely why conversations like this one matter.

References

- Adrian, T., & Mancini-Griffoli, T. (2021). The rise of digital money. International Monetary Fund. *Annual Review of Financial Economics*, vol 13, pp. 57-77.
- Aldasoro, I., Gambacorta, L., Korinek, A., Shreeti, V., & Stein, M. (2024, June 13). Intelligent financial system: How AI is transforming finance. *BIS* (Working Papers No. 1194).

- Auer, R., & Böhme, R. (2020). The technology of retail central bank digital currency. *BIS Quarterly Review*, March.
- Bank for International Settlements. (2025). Annual Economic Report 2025.
- Carstens, A. (2021, January 27). Digital currencies and the future of the monetary system. *Hoover Institution Policy Seminar*, Basel.
- European Central Bank. (2025). Digital euro project. Frankfurt am Main: ECB.
- Financial Stability Board. (2020). Regulation, supervision and oversight of “global stablecoin” arrangements.
- Atlantic Council. CBDC Tracker.
- Brookings Institution. Digital currency and geopolitics.
- Massachusetts Institute of Technology. Initiative on the Digital Economy (IDE).
- Stanford University. Human-Centered Artificial Intelligence Institute (HAI).
- World Economic Forum. Future of financial services.

EL PAPEL DE LOS ALGORITMOS HUMANISTAS

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

La arquitectura de la circulación monetaria

La evolución de los medios de pago y la reestructuración de los sistemas de circulación monetaria, constituyen uno de los fenómenos económicos, sociológicos y tecnológicos más determinantes del siglo XXI.

El debate contemporáneo sobre la viabilidad, los riesgos y las oportunidades de una sociedad sin dinero en efectivo (“cashless society”) frente al mantenimiento de un sistema monetario mixto, que integre tanto dinero físico como dinero digital, ha trascendido al problema circulatorio estricto.

En la actualidad, esta disyuntiva afecta a la soberanía geopolítica de las naciones, a la capacidad de adaptación de las estructuras sociales, a la psicología del comportamiento del consumidor, a la salvaguarda del derecho a la intimidad de los humanos y a la libertad económica y financiera.

Como consecuencia de la innovación en las tecnologías financieras (“Fintech”), la proliferación de la conectividad móvil, la digitalización del comercio minorista, la adopción de billeteras electrónicas, tarjetas sin contacto y pagos biométricos, la circulación digital ha experimentado un elevado crecimiento.

Ante un escenario de esta naturaleza grandes instituciones, bancos centrales e instancias legislativas, se enfrentan a la ardua tarea de regular un panorama de circulación financiera en rápida mutación.

1 Miembro honorario de la Academia Rumana.

A partir de los aspectos directos, comprobados empíricamente, el Banco Nacional de Rumanía y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, han emprendido la tarea de estudiar las incidencias (**económicas, técnicas, psicológicas, de seguridad y de respeto a la intimidad**) en un intervalo que contenga todas las posibles opciones mixtas, desde la circulación sin dinero digital hasta la circulación solo con dinero digital.

Ventajas de un sistema monetario completamente digitalizado (Cashless System)

Empezaremos diciendo que un sistema de circulación monetaria sin dinero físico se define como una estructura financiera, en la que la totalidad de las transacciones, transferencias de valor y depósitos de riqueza, tienen lugar mediante la transmisión de información digital, prescindiendo por completo de la emisión, utilización y curso legal de billetes y monedas tangibles.

Este sistema puro prescinde de la intermediación humana para apoyarse enteramente en redes de telecomunicaciones, bases de datos digitalizadas y plataformas bancarias.

La erradicación del papel moneda ofrece ventajas importantes para las administraciones estatales, la seguridad ciudadana y la eficiencia corporativa.

La supresión de la liquidez material desmantela, además simultáneamente, varias de las fricciones históricas de las transacciones económicas. Entre las más frecuentes caben citar la erradicación de los robos físicos y la economía sumergida.

El dinero en efectivo es, por su naturaleza física y anónima, la ocasión principal para la delincuencia, orientada a la sustracción de bienes, el blanqueo de capitales y la financiación del crimen organizado.

En cambio, en un sistema puramente digital, el riesgo de robos violentos en establecimientos comerciales, atracos a sucursales bancarias y asaltos a transeúntes, experimenta una muy alta disminución.

Se cita comúnmente un caso paradigmático de éxito: la transición de un sistema mixto a uno digital habido en Dinamarca, una nación con altísima penetración digital que, en el año 2022, registró cero atracos bancarios, lo que contrastaba grandemente con las cifras de décadas anteriores.

Por otra parte, a nivel fiscal, la realización absoluta de pagos digitales proporciona a las agendas tributarias una visibilidad panorámica de los flujos de capital. La imposibilidad de utilizar transacciones opacas o “en negro” diluye drásticamente la evasión de impuestos y la economía sumergida.

Desde el punto de vista instrumental, los registros electrónicos permiten auditorías automatizadas, optimizando la recaudación de ingresos estatales y garantizando que los recursos circulen dentro del sistema financiero formal, tal y como han intentado conseguir la desmonetización en economías como la India.

Desde la perspectiva del **consumidor** y del **empresario**, el sistema digital aporta una velocidad y seguridad técnica insuperables.

Las transacciones se completan en fracciones de segundo mediante las nuevas tecnologías de comunicación, eliminando las colas en los puntos de venta, derivadas del recuento en los cambios y mitigando los errores humanos en caja.

Además, las plataformas digitales generan historiales financieros automáticos, que facilitan la actividad presupuestaria, el análisis de gastos y el control contable para personas y pequeñas empresas, un proceso que con el dinero en efectivo requiere una larga labor manual.

Desde una perspectiva positiva, terminaremos señalando que un sistema totalmente digitalizado otorga a los bancos centrales unas altas posibilidades de intervención económica.

Si en una economía donde existe el dinero físico, los ciudadanos pueden retirar sus fondos del sistema bancario, en el caso de que, por ejemplo, las autoridades impongan tipos de interés negativos (el límite inferior cero o “zero lower bound”), sin embargo, en una sociedad completamente desmonetizada,

el Banco Central puede aplicar tasas de interés negativas para estimular el consumo y penalizar el ahorro inactivo durante ciclos recesivos, ya que los agentes económicos carecen de la válvula de escape que representa el atesoramiento de billetes físicos.

Inconvenientes de la supresión del efectivo

Pese a sus innegables incidencias positivas, la puesta en marcha de un sistema exclusivamente digital introduce vulnerabilidades sistémicas agudas. La centralización de una gran masa de dinero en servidores informáticos, somete a una sociedad a riesgos de exclusión, vigilancia y fragilidad técnica.

En cuanto a la **exclusión financiera** (y la brecha digital), la transición hacia la exclusividad digital acepta, implícitamente, el axioma de la universalidad al acceso a la tecnología, aun cuando la erradicación del efectivo margina instantáneamente a los estratos poblacionales más vulnerables: personas de edad avanzada con aversión o incapacidad tecnológica, comunidades rurales carentes de cobertura de banda ancha fiable, ciudadanos sin hogar y personas no bancarizadas que no cumplen con los requisitos mínimos de saldo o no poseen una dirección fija para superar los controles de identidad (Know Your Customer).

Investigaciones del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional evidencian que, si bien la tecnología Fintech **reduce** la brecha entre clases sociales y zonas geográficas, no logra mitigar la **brecha de género** en regiones en desarrollo, lo que provoca intervenciones políticas específicas, más allá de la mera dotación tecnológica.

Por otro parte, una dependencia absoluta de la infraestructura electrónica, convierte a los sistemas de pago en objetivos punibles.

Las **redes digitales son intrínsecamente frágiles** ante cortes de suministro eléctrico, desastres naturales, fallos de software y ataques cibernéticos a gran escala.

Incidentes recientes validan empíricamente este riesgo sistémico.

En octubre de 2025, el colapso global de Amazon Web Services (AWS), cuya infraestructura en la nube soporta a incontables plataformas Fintech, paralizó la compensación y liquidación de transacciones internacionales, revelando la debilidad que supone concentrar el ecosistema de pagos de oligopolios tecnológicos.

Más ilustrativo aún fue el fallo de la actualización de ciberseguridad de CrowdStrike Falcon, en julio de 2024, que provocó una caída en cascada de terminales de puntos de venta y pasarelas de pago, impidiendo el abono de nóminas y colapsando cadenas de supermercados, aeropuertos y estaciones de tren.

A nivel de ciberdelincuencia, el secuestro de datos (“ransomware”) ha demostrado su capacidad letal. En 2021, un ataque a la firma proveedora Kaseya obligó a la cadena de supermercados sueca Coop a cerrar 800 de sus tiendas, al operar bajo un sistema de rechazo al efectivo. La inoperatividad de sus sistemas digitales anuló por completo su capacidad para operar y abastecer a la población.

En otro orden de ideas, la eliminación del dinero físico supone la abolición del anonimato en las transacciones.

En una economía digital pura, corporaciones privadas, empresas proveedoras de servicios de pago e instituciones gubernamentales, poseen la capacidad técnica para rastrear, almacenar e identificar cada decisión de consumo de los ciudadanos.

Esta **asimetría de información** erosiona severamente la privacidad individual y, por el contrario, la consolidación de monopolios de datos permite a grandes tecnológicas (“Big Techs”) explotar historiales de gasto para ejecutar discriminación de precios, restringir accesos a seguros o manipular calificaciones crediticias a partir de algoritmos que a menudo carecen de transparencia y están sujetos a sesgos automatizados, contra los cuales la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras tanto ha luchado.

En cuanto a las **incidencias psicológicas**, la desmaterialización del dinero altera la cognición humana y distorsiona el comportamiento de compra.

Cuando un consumidor utiliza billetes físicos, el acto tangible de entregar moneda y observar el vaciado progresivo de su billetera genera un fenómeno conocido en la economía conductual como el “dolor de pagar” (pain of paying).

Esta visibilidad inmediata refuerza el coste mental de la adquisición y fomenta la moderación financiera.

Por el contrario, los medios de pago electrónicos, tales como tarjetas sin contacto, billeteras en teléfonos móviles, pagos automáticos en segundo plano, ..., eliminan esta retroalimentación táctil y visual.

Estudios empíricos recientes, que trabajan en el comportamiento de miles de consumidores, han conceptualizado este efecto bajo el término “Spendception” (una amalgama de gasto y percepción engañosa).

La Spendception describe el hecho de que la falta de visibilidad disminuye la resistencia psicológica al gasto, disociando al comprador de la pérdida real de recursos económicos e induciendo incrementos desmesurados en las compras impulsivas y el consumismo descontrolado.

Este efecto se retroalimenta y agrava con la integración de nuevas líneas de crédito en el comercio electrónico, como los esquemas “Compra ahora, paga después” (Buy Now, Pay Later -BNPL).

Al posponer el dolor financiero y facilitar un proceso de pago completamente libre de fricciones, el ecosistema digital empuja a usuarios vulnerables, particularmente a segmentos jóvenes y de bajos ingresos, hacia espirales de sobreendeudamiento que deviene crónico, elevando significativamente las tasas de impago y morosidad.

Para mitigar los inconvenientes de los sistemas situados en los extremos de una playa de entropía: sistema de circulación exclusivamente con moneda digital y sistema exclusivamente con dinero físico, la gran mayoría de las economías avanzadas abogan, actualmente, por un sistema monetario mixto.

Esta hibridación defiende la coexistencia concurrente de redes de pago digitales de alta velocidad con la circulación física con el curso legal exclusivo de monedas y billetes emitidos por los bancos centrales.

Las ventajas de la hibridación

Digamos de antemano que el sistema mixto no debe buscar el freno del progreso tecnológico, sino dotarlo de una red eficiente de seguridad y salvaguardar los derechos civiles de la población.

Las virtudes de este sistema dual abarcan la larga experiencia adquirida en el pasado con una garantía de solidez infraestructural, la protección al consumidor y la estabilidad monetaria, de tal manera que el dinero efectivo actúa como el “salvavidas desconectado” (off-grid safety net) ante los grandes problemas de los sistemas digitales, tales como el hipotético caso de una guerra cibernética, una tormenta geomagnética (como el Evento Carrington), ataques de pulso electromagnético o fallas masivas en el suministro energético.

El papel moneda es, en estos casos, el único medio de intercambio que permite a la sociedad continuar operando y adquiriendo los suministros básicos para la supervivencia. El dinero en efectivo no depende de servidores, contraseñas, ni baterías; su valor reside en la **confianza institucional**, permitiendo liquidar transacciones puntuales en cualquier circunstancia.

Al mantener el acceso generalizado al dinero efectivo, el sistema mixto garantiza que ninguna persona quede marginada del tejido económico por razones de edad, geografía, nivel de ingresos o estatus social, etc.... Es un

servicio público y democrático, que proporciona un refugio inmediato para quienes se encuentran fuera del circuito bancario formal o desconfían legítimamente de las instituciones financieras.

La preservación del dinero efectivo consagra el derecho a la **privacidad financiera**. Permite a los ciudadanos llevar a cabo donaciones, realizar compras sensibles o gestionar su patrimonio, sin someterse a los “escaparates de los afortunados” ante las autoridades gubernamentales.

Desde el punto de vista económico, el efectivo actúa como una herramienta de defensa natural frente a los eventuales abusos de las tarifas de los creadores de tarjetas de crédito e intermediarios tecnológicos y fomenta el mantenimiento de tasas de procesamiento competitivas; si la infraestructura digital se vuelve abusiva o impone comisiones exorbitantes, los empresarios y consumidores siempre podrán mantener el poder de veto, optando por el pago mano a mano.

Aun cuando posea tantos aspectos positivos, el sistema mixto tiene, como todo proyecto humano, aspectos no deseables.

A pesar de constituir un factor de estabilidad, el mantenimiento simultáneo de un sistema físico y otro digital exige costes adicionales a tener en cuenta para el tejido productivo y para el de las instituciones.

La costumbre popular sostiene que el efectivo es un medio de pago gratuito, una concepción errónea, que se desmorona ante el análisis de los costes directos, de segunda generación, de su logística.

En este sentido, la gestión del ciclo vital del papel moneda, es uno de los aspectos más ineficientes de los sistemas financieros.

Datos proporcionados por la firma consultora IHL Group, revelan que los costes asociados a la circulación de efectivo para la actividad económica minorista se encuentran dentro del intervalo [4.7%, 15.5%] de los ingresos en

los supermercados y grandes superficies para la cota inferior y para el sector de la hostelería y la restauración para la cota superior del citado intervalo de confianza.

Estos elevados porcentajes son la consecuencia de unas cadenas logísticas complejas. Estos grupos de actividad económica incurren, habitualmente, en gastos sustanciales, en el contrato de flotas de vehículos blindados para el transporte del dinero de manera segura (“cash-in-transit”), pagan elevadas primas de seguros contra robos y atracos, y asumen pérdidas estructurales debidas a mermas, errores en la entrega de cambio o aceptación de billetes no legales.

Además, existe un coste de oportunidad: las horas-hombre consumidas diariamente por los empleados en arqueo de caja, recuentos manuales y viajes de depósito a sucursales bancarias, tiempo que de otro modo se destinaría a otras actividades, si ello fuera necesario.

Se estima, además que, para los bancos comerciales sostener la accesibilidad al efectivo representa entre el 5% y el 10% de la totalidad de sus gastos operativos. El mantenimiento de extensas redes de cajeros automáticos requiere continuas actualizaciones de hardware tecnológico, alquiler de espacios físicos y blindaje frente a ciberataques, ataques locales y vandalismo físico.

Paradójicamente, se ha comprobado que a medida que la sociedad adopta paulatinamente los pagos digitales y los volúmenes de transacción en efectivo disminuyen, el sistema resulta más ineficiente.

Los costes fijos de la red de provisión material (transportes, mantenimiento de ATMs) deben amortizarse entre una base de operaciones cada vez menor, lo que aumenta el “coste unitario” por cada pago físico efectuado.

Por el contrario, los pagos electrónicos gozan de significativas economías de escala. El procesamiento digital comporta un coste mucho más bajo y estable, que se sitúa en el intervalo [1.40 – 4.40] euros por 100 euros de cada transacción, aproximadamente.

Para finalizar con este apartado podemos señalar que, el sistema mixto no logra evitar las externalidades asociadas a los delitos fiscales. La continua disponibilidad del efectivo facilita la persistencia de la economía sumergida, limitando la capacidad de recaudación gubernamental y obligando al Estado a invertir importantes recursos en organismos de inspección fiscal y represión del blanqueo de capitales.

Para ilustrar de forma concisa estas asimetrías operativas, para los eventuales criterios a tener en cuenta en un algoritmo humanista las siguientes comparaciones:

CRITERIOS	CIRCULACIÓN DE DINERO FÍSICO	CIRCULACIÓN DE DINERO DIGITAL
Coste medio de minoristas	[4,7% al 15,5%] sobre ingresos.	[1,43% y 4,40%] sobre comisiones variables.
Coste logístico	Blindados, custodia, seguros, cuadros, fraudes.	Software, hardware TPV, ciberseguridad, tasas de red.
Impacto sobre volumen de ventas	Limita el gasto al capital presente por el dolor de pagar (“Pain of Paying”).	Fomenta el valor medio de la compra “ticket lift”.
Prevención ante las interrupciones	Total Independencia de telecomunicaciones y energía.	Colapso inmediato ante fallos en red, ciberataques o apagones.
Garantía de privacidad	Anonimato total, sin huellas de datos.	Riesgo de trazabilidad algorítmica, de riesgo seguridad corporativa y personal.

La nueva estructura que se adivina del futuro de la polarización mundial, no ha mermado los interrogantes existentes sobre la naturaleza del funcionamiento de la circulación monetaria sino, todo lo contrario, los ha avivado con nuevos interrogantes, añadidos a los existentes. Tanto es así que la contraposición entre el sistema mixto y el sistema digital ha desatado una ola de respuestas dispares entre reguladores gubernamentales y bancos centrales a nivel global.

Lejos de abandonar el terreno a las corporaciones tecnológicas o a la desregulación, los Estados están interviniendo para moldear activamente la naturaleza del sistema mixto del futuro, combinando leyes de protección al efectivo con innovaciones digitales.

El proyecto del Euro digital

Ante el riesgo de que la disminución del efectivo dejara el mercado de pagos europeo a merced de las grandes instancias multinacionales (principalmente emisores de tarjetas estadounidenses) o bajo el control de monedas virtuales corporativas no reguladas (“stablecoins” tecnológicas), el Banco Central Europeo (BCE) ha concebido el Euro digital.

El Euro digital ha sido pensado como una moneda digital del Banco Central (CBDC). Sin embargo, no es una iniciativa destinada a eliminar el dinero físico, sino una base de un sistema mixto actualizado.

Su objetivo fundamental es adaptar el sistema histórico del Banco Central a la era tecnológica, proporcionando a los ciudadanos europeos un medio de pago público digital gratuito para usos básicos.

En todo caso, sería emitido directamente por una autoridad soberana y estaría libre de riesgo financiero.

Para contrarrestar los peligros de violación a la privacidad y exclusión asociados a la digitalización, el Euro digital se ha diseñado para que posea un conjunto de características muy innovadoras, tales como:

1. Dualidad online y offline: el nuevo sistema asumirá la mecánica de los pagos físicos, integrando una modalidad de transmisión física (“offline”). Mediante tecnología instalada en dispositivos móviles (smartphones o relojes), los ciudadanos podrán realizar transferencias de billetera a billetera, de manera instantánea, sin requerir conexión a internet.

Esta estructura garantiza la utilidad funcional en zonas rurales asiladas o durante apagones informáticos, constituyendo, así, un verdadero respaldo estratégico frente a interrupciones tecnológicas críticas.

2. Privacidad símil-efectivo: a diferencia de las billeteras privadas que monetarizan metadatos económicos, las transacciones ejecutadas mediante el Euro digital offline ocultarían las informaciones personales y de gastos al BCE y a los bancos intermediarios.

Los detalles de las transacciones serían conocidos por el vendedor y el comprador con objeto de aportar un alto nivel de privacidad, como el ofrecido en el movimiento de billetes físicos.

3. Protección a la intermediación bancaria: para evitar el pánico bancario digital (“bank run”) o una fuga masiva de liquidez hacia los pasivos del Banco Central, que desestabilice el sistema de reservas fraccionarias, el diseño legislativo contempla límites estrictos de retención.

Se plantea instaurar techos máximos de saldo por usuario, estimados en una primera versión entre 500 y 3.000 euros, sin remuneración de intereses, garantizando que el Euro digital funcione estrictamente como instrumento de pago habitual y no como un vehículo masivo de ahorro o inversión.

Paralelamente, la Comisión Europea ha incorporado el Single Currency Package (paquete de moneda única), un instrumento legal dual, que deberá establecer unos estatutos para la emisión del Euro digital, al mismo tiempo que blindará, con rigor, la naturaleza de curso legal incondicional del efectivo en papel. Se asegura, legalmente, que los comercios no puedan discriminar arbitrariamente la recepción de billetes físicos.

Como reafirmación de esta estrategia, el BCE se encuentra, actualmente, inmerso en un prolongado proceso técnico y de imagen para rediseñar la futura familia de billetes de euro, incorporando medidas de alta seguridad, para prolongar la actual vida del sistema mixto de circulación monetaria.

La experiencia de Suecia

La experiencia de las políticas monetarias suecas, proporciona una interesante posibilidad de investigar el caso más revelador de los excesos de la digitalización no regulada.

A lo largo de la última década, Suecia se autoproclamó como epicentro mundial de la revolución monetaria sin efectivo.

Con normativas muy tolerantes, se permitió que bancos comerciales clausuraran de manera unilateral las transacciones de liquidez en sus sucursales y que los establecimientos comerciales colgaran rótulos de no aceptación de papel moneda.

Sustentados por infraestructuras impecables, por instituciones bancarias electrónicas centralizadas (“BankID”) y por omnipresente aplicación nacional Swish, el porcentaje de transacciones físicas minoristas en Suecia se desplomó hasta cifras por debajo del 10%, con una población crecientemente refractaria al billete físico.

Sin embargo, este bello panorama cambió drásticamente hacia una profunda preocupación sistémica, motivada por realidades geopolíticas de fraudes informáticos sofisticados, que despojaban a los ciudadanos suecos de sus ahorros en fracciones de segundo, a los que se añadían los alarmantes ataques cibernéticos a infraestructuras estatales y corporativas por parte de regímenes totalitarios y sindicatos del crimen organizado, lo que obligó al Riskbank (banco central sueco) a poner el freno de emergencia institucional.

Al ponerse en evidencia la fragilidad de un país incapaz de subsistir durante un apagón prolongado, una escalada bélica o la anulación de sus pasarelas virtuales, las autoridades suecas han puesto en práctica medidas legislativas para obligar a los bancos a reabrir líneas operativas de efectivo.

Por vez primera, el Estado sueco ha lanzado advertencias y hecho públicos manuales, exhortando a las familias a conservar reservas de liquidez en los domicilios (alrededor de 1.000 coronas suecas, equivalentes a 100 euros por adulto).

Esta recomendación ha buscado colocar un cortafuegos civil para garantizar, al menos, una semana ininterrumpida de viabilidad, con objeto de adquirir alimentos de emergencia y medicinas, y hacer frente al colapso virtual, demostrando, sin lugar a dudas, que la seguridad nacional moderna depende del dinero tangible.

La legislación española antifraude

En España, la estructura del sistema de circulación mixto presenta una cierta complejidad. Con ella, el Estado pretende equilibrar dos fuerzas opuestas: la protección de los derechos inalienables de los ciudadanos frente a la coerción de una economía digital y la puesta en marcha simultánea de un blindaje fiscal con unas restricciones mediante umbrales de dinero físico y una vigilancia intensiva sobre los nuevos canales “Fintech”.

Se busca, con ello, por un lado, combatir la exclusión de los sectores marginados. El camino seguido fue aprobado por el Congreso de los Diputados, que ratificó profundas modificaciones en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios (artículo 47.1).

Esta norma legislativa, instauro la negativa categórica, por parte de un establecimiento comercial, a aceptar pagos en moneda física, dentro de los rangos legales establecidos, calificándolos como una infracción institucional grave.

Los minoristas españoles que insistan en aplicar el lema del “solo cobramos con tarjeta” se enfrentan a un riguroso régimen sancionador que impone severas penalizaciones económicas, proporcionales al beneficio ilícito, que van desde los 100 euros hasta multas de 100.000 euros, en escenarios de reincidencia continuada y beneficio deliberado.

En el polo diametralmente opuesto, el legislador interviene, también, en el sistema con el propósito de clausular las vías de financiación del terrorismo, así como la tradicional evasión impositiva común de la picaresca corporativa, a través de la Ley Antifraude, reformando normativas del año 2012 y actualizándolas radicalmente en 2021.

En ellas España redujo, en un alto grado, el límite máximo para la liquidación de transacciones en efectivo entre empresas y profesiones liberales hasta el umbral de 1.000 euros.

Para turistas y personas físicas sin residencia fiscal, el límite goza de mayor flexibilidad, tras fijar el límite en 10.000 euros. Se trataba de amortiguar el impacto sobre el crucial sector turístico extranjero. La ley no permite excepciones: ante una factura global de 1.500 euros, resulta ilegal liquidar parcialmente 500 euros en metálico y el resto debe tener lugar vía electrónica. El límite de mil euros es el umbral para cualquier transacción principal realizada sin registro bancario comprobable.

La vigilancia legislativa al fraude se extiende a las billeteras digitales emergentes y a los trabajadores autónomos.

En el reciente marco fiscal que ampara el Real Decreto 253/2025 y las disposiciones complementarias del actual año 2026, el Gobierno ha desmantelado la opacidad de los denominados “micropagos”.

Históricamente ajenos al radar de la fiscalidad en volúmenes pequeños, la nueva doctrina tributaria suprime por completo antiguos márgenes de amnistía informativa, como la barrera de los 3.000 euros.

Adicionalmente, se obliga a las entidades financieras y proveedores de dinero electrónico a emitir informes muy detallados sobre la liquidez media, los balances cuatrimestrales y el flujo íntegro de movimientos de tarjeta si superan, en el agregado, los 25.000 euros anuales.

Para el sector del trabajo autónomo e independiente, la percepción recurrente de micropagos originados en empresas foráneas, remesas, aplicaciones “Peer-to-Peer” (Bizum) o neobancos sin fronteras (Revolut), se incluyen totalmente en el marco establecido, dotando al Estado de una visión muy efectiva sobre los flujos monetarios subyacentes.

Es de justicia afirmar que, a nuestros efectos, el actual marco jurídico de España es el resultado de una intervención quirúrgica a lo “Jano Bifronte”: en una cara defiende el efectivo en el ámbito de los pequeños consumos diarios de subsistencia, pero en la otra cara erradica y penaliza su presencia en transacciones de volumen medio, al transferir, simultáneamente, todo el peso corporativo a perfiles digitales de los ciudadanos que buscan reducciones tributarias.

El panorama de la transición hacia medios de pago digitales, más allá de Europa, adquiere matices muy distintos, tanto en las economías emergentes como en las que se hallan en vías de desarrollo, EMDEs.

En África Subsahariana, gran parte de Asia y América Latina, el debate no gira en torno al abandono intencionado de infraestructuras de efectivo, muy desarrolladas, sino sobre cómo utilizar la digitalización de los pagos para incorporar a grandes grupos de población, que nunca tuvieron acceso a las instituciones financieras que nosotros conocemos.

Expansión financiera y pagos G2P (Government-to-Person)

Organizaciones como el Banco Mundial sostienen que la piedra angular para fomentar el acceso al circuito financiero, reside en proveer a ciudadanos no bancarizados acceso universal a lo que se conoce como cuentas transaccionales, mediante la creación de una sólida infraestructura digital pública (DPI). Este proceso de innovación, leapfrogging, ha transformado el paisaje en el Sur global.

En lugar de crear y desplegar una ineficiente red de sucursales físicas (muchas veces empresa insostenible económicamente por las exigencias geográficas), la simple distribución de terminales móviles básicos ha podido engendrar plataformas revolucionarias, como el sistema de dinero móvil M-Pesa en Kenia.

Los programas que mayor efectividad han evidenciado, se deben al impulso gubernamental. La digitalización meticulosa de los esquemas de asistencia social (la transferencia G2P) ha logrado que millones de ciudadanos abran su primera cuenta formal y reciban las inyecciones de liquidez directamente en sus teléfonos, en cuestión de milisegundos.

Para habitantes rurales de economías como Mali, Marruecos, Filipinas o Ruanda, la sustitución del reparto manual de papel moneda por abonos electrónicos en cuentas virtuales suprime, de manera radical, el coste temporal que implicaba viajar largas distancias, abandonar temporalmente la producción agrícola y soportar largas colas, frecuentemente bajo inclemencias climáticas severas, solo para cobrar una pequeña transferencia.

Estos proyectos mitigan las comisiones excesivas y la exposición a la agresión física. El FMI indica que, al obtener un historial sobre el flujo de transacciones constante en una base de datos centralizada, los trabajadores autónomos agrarios y personas empobrecidas se dotan, por vez primera, de la credibilidad digital necesaria, lo que desbloquea microcréditos de manera instantánea, líneas de capital operativo para Pymes e incipientes carteras de microseguros agrícolas.

Sin embargo, el informe elaborado por el Grupo del Banco Mundial para la Alianza Global, relativo a la inclusión en la circulación monetaria del G20, matiza esta oleada de optimismo, alertando sobre los no pocos efectos secundarios de **imponer de manera repentina** estos sistemas a poblaciones económicamente no preparadas y vulnerables.

Se manifiesta una grave preocupación ante el riesgo por novedad (“novelty risk”), donde usuarios sin preparación digital previa puedan sufrir abusos.

Además, como se ha señalado, se constata una indeseada persistencia en la brecha de inclusión digital, vinculada al género, ocasionada por barreras culturales respecto al control de la tecnología y el acceso asimétrico a los teléfonos en entornos rurales.

Para mitigar este espectro, el G20 y el FMI elaboran un balance estricto, aplicando los Principios de Alto Nivel: expandir la oferta y, simultáneamente, promulgar rigurosas normativas de protección al consumidor, que amparen la más pura transparencia en las operaciones y los datos financieros del ciudadano desbancarizado.

Breve síntesis a modo de introducción algorítmica

La polarización existente entre un modelo monetario de digitalización total, frente a un sistema híbrido, muestra, empíricamente, que la inexistencia de dinero físico es, en el escenario económico y de gobernanza a corto y medio plazo, un objetivo tan poco deseable, como insostenible para las sociedades democráticas europeas.

Por otra parte, resulta irrefutable que el avance de las tecnologías “Fin-tech”, de las redes de pago corporativas y teniendo en cuenta el horizonte inminente de los contratos inteligentes incardinados en arquitecturas “Blockchain”, constituyen unas oportunidades que no se deben desaprovechar.

La capacidad técnica de eliminar operaciones logísticas de alto coste inherentes al traslado y seguridad del papel moneda, costes que absorben significativos márgenes porcentuales a los agentes económicos en el intervalo [4%, 15%] de sus rentas físicas, y la erradicación, casi impensable, de atracos violentos a instituciones bancarias, sumado al poder otorgado a la agencia fiscal para evitar el fraude sistémico e informal, constituyen incentivos institucionales de gran gravedad, para alentar el fin de los billetes físicos.

Para las actividades electrónicas, los medios digitales son sencillamente imprescindibles e incentivan el aumento de las cifras de negocio impulsadas por el efecto cognitivo de la “Spendception” y una menor percepción del esfuerzo presupuestario de las adquisiciones.

Sin embargo, a pesar de estas rentabilidades para las instituciones fiscales e intermediarios comerciales de los procesos tecnológicos, una Cashless Society total exige el tributo inasumible de someter al conjunto del andamiaje productivo de una sociedad a la opinión de los servidores corporativos.

Fallos de software inoportunos, cortes intencionados en redes energéticas o ciberataques militares masivos, en un mundo cada día más complejo, dejarían en un coma económico completo e inmediato a las naciones que hayan eliminado el efectivo.

Pero es que, además, delegar la intermediación absoluta de la actividad económica en redes corporativas internacionales atenta contra la libertad de mercado. Todo ello ocurriría, mientras la utilización nociva de algoritmos privados estudiaría el comportamiento de los miembros de la sociedad, vulnerando su anonimato.

Frente a esta alternativa se alza la opción de un **sistema monetario mixto**, pero con un importante conjunto de matices.

No se trata de una posición de anclaje nostálgico frente a las revoluciones tecnológicas, porque somos fervientes partidarios, desde siempre, de aprovechar, en lo válido, los avances de la ciencia y de la tecnología, sino de toda política soberana de protección de los derechos fundamentales de los humanos.

En este sistema híbrido, por el que clamamos para el futuro, debe ir acompañado de una adaptación de las reglas de convivencia necesaria para que la dignidad humana perviva en todo el sentido humanista que nos legó el Renacimiento.

Nos comprometemos a encontrar este sutil equilibrio entre aspectos tan propios del humanismo como son la prosperidad compartida y el resguardo a la intimidad, el progreso técnico y el respeto a la tradición, la defensa de la libertad y la salvaguarda de la seguridad..., y, en lo que ahora nos concierne, la circulación monetaria digital y la circulación monetaria material.

La Escuela de Economía Humanista de Barcelona, ese movimiento de renovación de la ciencia económica, presente en los cinco continentes, está trabajando en la rehabilitación formal de la figura humana, como sujeto de la actividad económica, dotándola en las investigaciones científicas, del imprescindible **componente de subjetividad** en todos sus pensamientos, decisiones y acciones, junto con el tradicional **componente de racionalidad**.

Todo ello, para elaborar unos algoritmos de ayuda a la decisión humana, de los cuales la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras ha puesto 12 de ellos a disposición de las sociedades de todo el mundo, sin coste alguno, en su página web: www.racef.es.

Bibliografía

- Clausius, R. I. E. (1886). *Ann Phis*, CXXV.
- Gil Aluja, J. (1996). Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión. En *Proceedings del III Congreso de SIGEF* (Buenos Aires, 11-13 noviembre 1996).
- Gil Aluja, J. (1999). *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- James, W. (1956). The dilemma of determinism. In *The will to believe*. Ed. Dower, New York.
- Kaufmann, A., & Gil Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20, 130-141.
- Lukasiewicz, J. (1910). O zasadzie wyłączonego środka. *Przegl'd Filozofii*, 13, 372-373.
- Popper, K. (1984). *L'univers irrésolu. Plaidoyer pour l'indéterminisme*. Ed. Hermann, Paris.
- Zadeh, L. (1995, junio 8). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

ZONAS RURALES DE RUMANÍA. DEMOGRAFÍA - INCLUSIÓN FINANCIERA - VALORES

Dra. Luminița Chivu¹

Miembro correspondiente de la Academia Rumana

Introducción

Rumanía es el Estado miembro de la UE más rural, con una proporción de población rural de casi 48 %. Sin embargo, esta realidad demográfica se enfrenta a importantes brechas en materia de inclusión financiera, conectividad digital y acceso a servicios básicos.

La inclusión financiera no es solo una cuestión técnica o bancaria: es un componente esencial de la economía humanista, que coloca al ser humano y su bienestar en el centro del sistema económico, en lugar de priorizar exclusivamente la eficiencia, la digitalización forzada o la eliminación del efectivo. En las zonas rurales, donde predomina el trabajo estacional, el autoconsumo, los ingresos irregulares y una fuerte preferencia cultural por el efectivo, una transición financiera acelerada sin una infraestructura adecuada puede generar exclusión en lugar de progreso.

Esta presentación analiza el perfil demográfico, educativo y económico de las zonas rurales rumanas, las barreras geográficas y digitales en el acceso a servicios financieros, y los bajos niveles de confianza institucional. Al mismo tiempo, destaca los valores sociales, tradicionales y humanos que estas comunidades preservan: capital social, hospitalidad, transmisión intergeneracional del conocimiento y un ritmo de vida más humano.

1 Directora general de "Costin C. Kirițescu", Instituto Nacional de Investigación Económica.

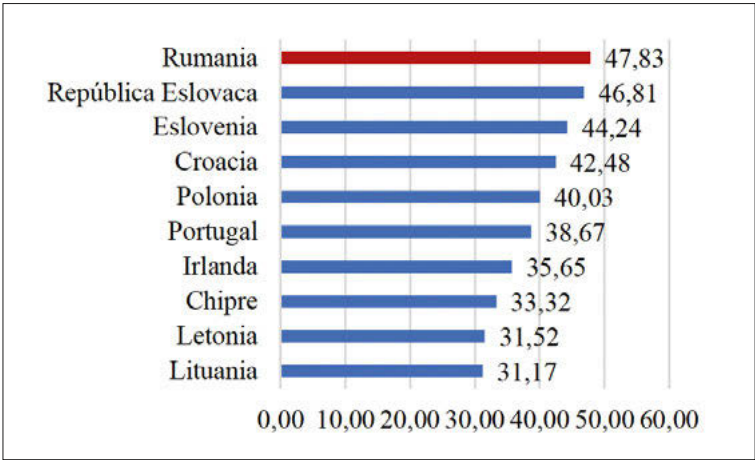
El enfoque humanista nos invita a plantear una pregunta clave: ¿cómo diseñar una inclusión financiera que no solo incorpore a la población rural al sistema formal, sino que respete su realidad, sus valores y su dignidad?

1. Perfil demográfico de las zonas rurales de Rumanía

Según datos de World Bank, Rumanía es el Estado miembro de la UE más rural (con una proporción de población rural del 47,8 %, casi el doble de la media de la UE, que es del 24,3 %). La Rumanía rural no es una minoría, sino casi la mitad del país (Figura 1).

Una población rural de aproximadamente 9,3 millones de personas merece un análisis detallado para la adaptación de los productos financieros (incluidos los digitales).

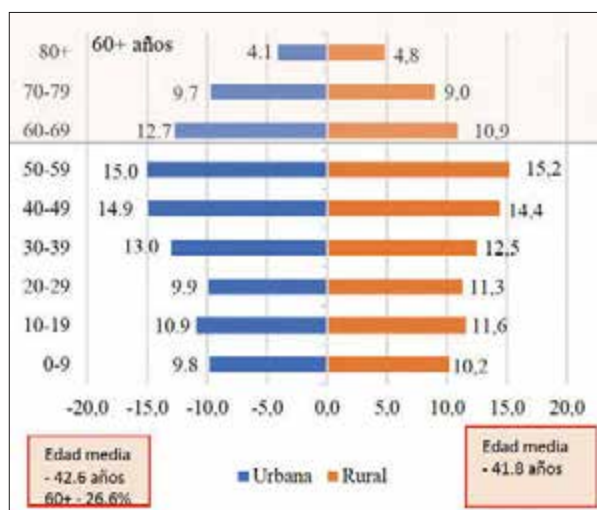
Figura 1. Población rural (% de la población total) - Los 10 países de la UE con mayor porcentaje de población rural en población total (2024)



Fuente: World Bank (2024) - Población rural % de la población total.

La población rural es actualmente más joven que la urbana: la edad media urbana (42,6 años) supera la media rural (41,8 años) (Figura 2).

Figura 2. Estructura de edad de la población por lugar de residencia (%)– Rumania (2025)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Rumanía, Tempo online, POP105A.

Incluso en la base de la pirámide, la proporción de la población de 0 a 19 años favorece a las zonas rurales (21,8 %) en comparación con las zonas urbanas (20,7 %), debido a la afluencia de población joven a las zonas rurales cercanas a las grandes ciudades en las últimas décadas.

2. Educación y mercado laboral: las diferencias entre el medio urbano y el rural

Las diferencias entre las zonas urbanas y rurales son muy evidentes tanto en lo que respecta a los niveles de educación como al mercado laboral (Chivu, Georgescu et al., 2019).

El 85,3 % de los alumnos de las zonas rurales se queda en la enseñanza primaria o secundaria inferior, frente al 25,1 % de las zonas urbanas (Figura 3).

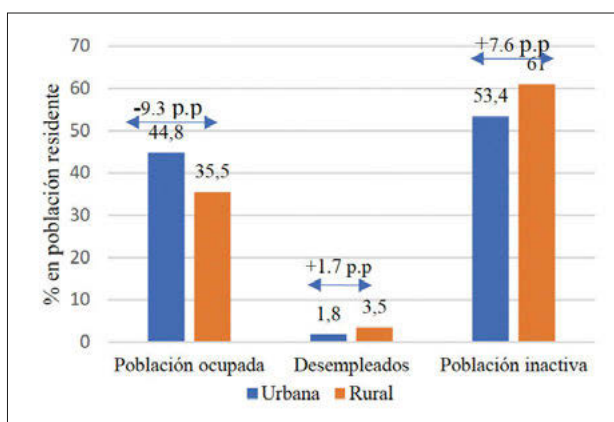
Figura 3. Estructura de la población por nivel educativo y por lugar de residencia (%)– Rumania (2023)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Rumanía, Tempo online, POP105A.

Solo el 35,5 % de la población rural tiene empleo (frente al 44,8 % en las zonas urbanas) (Figura 4).

Figura 4. Población según su nivel de actividad y lugar de residencia, Rumania (% en población residente, 2021)

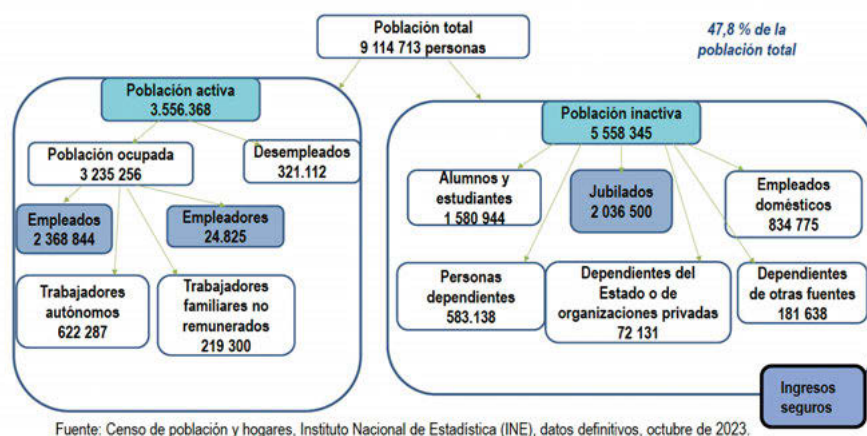


Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Rumanía, Censo de población y hogares 2021, Tabla 5.01, 2023.

El número de personas desempleadas es casi el doble en las zonas rurales. El 61 % de la población rural está inactiva económicamente, frente al 53,4 % en las zonas urbanas.

Solo 4,43 millones de personas de zonas rurales tienen ingresos seguros (Figura 5).

Figura 5. Estructuras socioeconómicas rurales

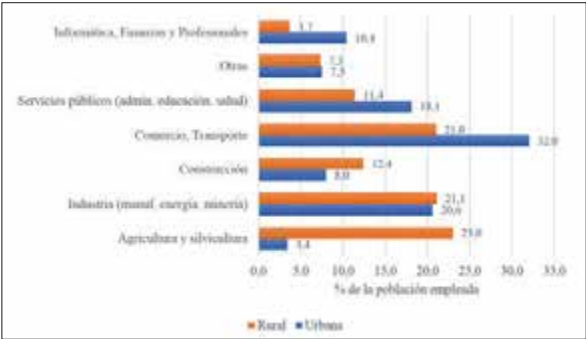


En estas condiciones, ¿puede la digitalización financiera ampliar el acceso de las zonas rurales al sistema financiero?

3. Estructura económica y población inactiva

La agricultura emplea al 23 % de la mano de obra rural y la construcción, al 12,4 % de la mano de obra rural —sectores con ingresos estacionales, predominantemente en efectivo y con escasa presencia bancaria (Figura 6).

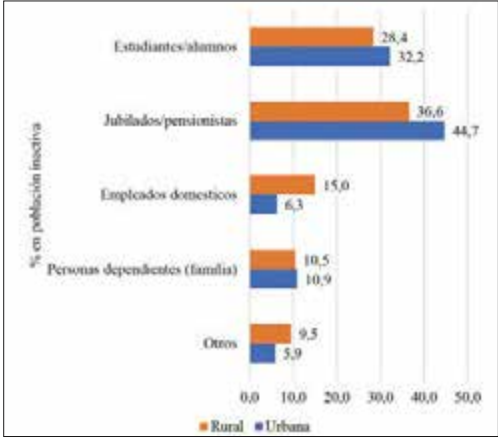
Figura 6. Población empleada por sector económico y lugar de residencia, Rumania, 2021 (%)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Rumanía, Censo de población y hogares 2021, Tabla 5.30, 2023.

El 15 % de las personas inactivas del medio rural son empleados domésticos, una categoría sin ingresos independientes (Figura 7).

Figura 7. Estructura de población inactiva por categorías y lugar de residencia, Rumania, 2021 (%)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Rumanía, Censo de población y hogares 2021, Tabla 5.01, 2023.

Aproximadamente el 32,2 % de los ingresos totales de los agricultores corresponde al autoconsumo (INE).

4. Infraestructura digital en las zonas rurales: retos persistentes en materia de conectividad

Rumanía ha logrado importantes avances a nivel nacional en materia de banda ancha (cobertura de banda ancha fija en los hogares de aproximadamente el 83 % en 2024, con un 93-95 % de las conexiones a más de 100 Mbps). Sin embargo, persisten importantes diferencias entre las zonas urbanas y rurales: el acceso a Internet alcanza aproximadamente el 92,5 % de los hogares urbanos frente al 83,2 % de los rurales (2024).

Las zonas rurales (el 90 % del territorio) se enfrentan a una menor disponibilidad de banda ancha fija de alta velocidad y a una calidad variable de la red móvil en las aldeas remotas.

La penetración de la telefonía móvil es elevada (aproximadamente el 98 % de las conexiones son de banda ancha), pero la adopción de la banca móvil y los monederos digitales sigue siendo limitada, especialmente en las zonas rurales. Menos del 15,0 % de las personas que viven en las zonas rurales de Rumanía utilizaban Internet para realizar operaciones bancarias en línea.

Los residentes rurales de Rumanía presentan los niveles más bajos de competencias digitales básicas, con un 20,99 %, muy por debajo de la media de la UE para las zonas rurales (47,50 %) (Eurostat).

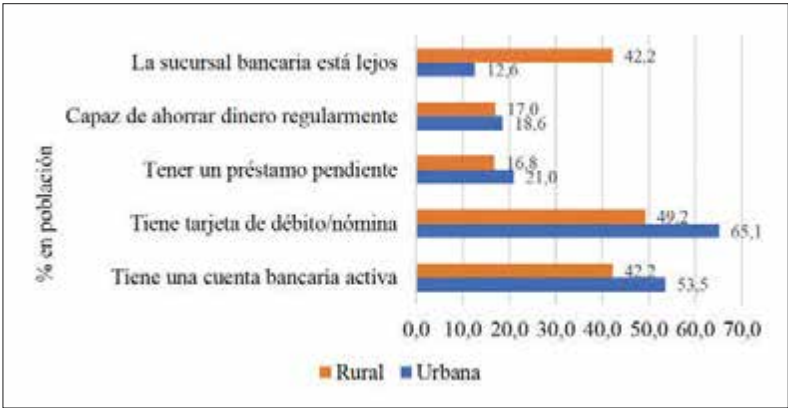
5. Inclusión financiera y acceso según el lugar de residencia. Baja densidad de la red de sucursales bancarias

A pesar del alto grado de ruralidad, en Rumania solo el 14 % de la red de sucursales bancarias se encuentra en zonas rurales.

Según datos de Banco Nacional de Rumania (BNR), las zonas rurales tienen una penetración de la red de sucursales de solo 8 por cada 100 000 adultos. La baja densidad de la red de sucursales está relacionada con la falta de servicios más allá de la banca básica.

El 42.2 % de los encuestados rurales afirma que la sucursal bancaria más cercana está lejos; la barrera geográfica explica la brecha de inclusión (OeNB, 2025) (Figura 8).

Figura 8. Inclusión financiera y acceso a servicios financieros por zonas de residencia, Rumania, 2024 (%)



Fuente: OeNB Euro Survey Romania, Urbana N – 3,783, Rural N – 3,447, 2025.

El acceso a los servicios bancarios básicos es significativamente menor en las zonas rurales: solo el 42 % tiene una cuenta bancaria (frente al 54 % en las zonas urbanas) y el 49 % una tarjeta de débito (frente al 65 % en las zonas urbanas).

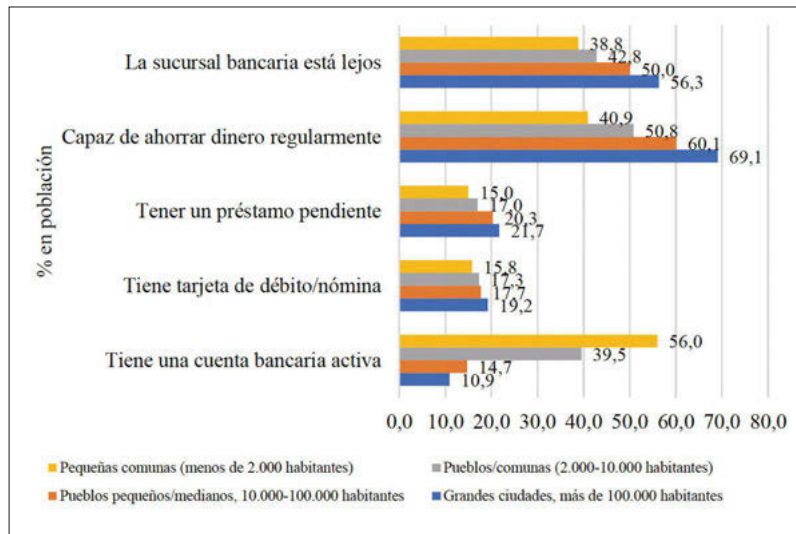
La eliminación del efectivo sin una infraestructura digital alternativa accesible en las zonas rurales agravaría la brecha de inclusión financiera que existe actualmente entre la población rural y la urbana.

6. Inclusión financiera y acceso según el tamaño del asentamiento

Desglosar los resultados de *OeNB Euro Survey Romania (2025)* con mayor detalle entre zonas rurales y urbanas confirma las conclusiones anteriores:

- Cuanto más pequeña es la comunidad, más remoto es el acceso físico a los servicios financieros, más limitada es la capacidad de ahorro y menor es la proporción de titulares de tarjetas.
- La brecha más pronunciada se observa en la posesión de tarjetas: del 40,9 % en las aldeas pequeñas al 69,1 % en las grandes ciudades —una diferencia de 28 puntos porcentuales, mayor que la de cualquier otro indicador y con implicaciones directas para un sistema financiero sin efectivo (Figura 9).

Figura 9. Inclusión financiera y acceso según el tamaño del asentamiento, Rumania, 2024 (%)



Fuente: OeNB Euro Survey Romania, Urbana N – 3,783, Rural N – 3,447, 2025.

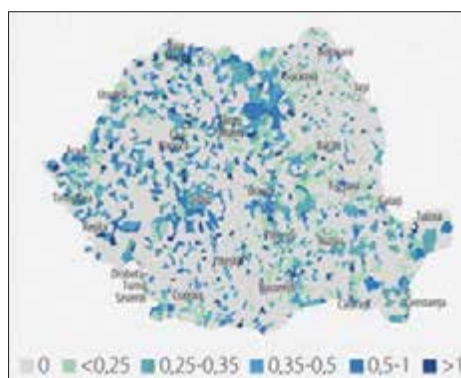
- La capacidad de ahorro sigue siendo uniformemente baja en todos los tipos de asentamientos (16-19 %), lo que sugiere que la infraestructura financiera no es la única barrera para la inclusión, sino también los niveles estructurales de ingresos.

7. Accesibilidad: la densidad de cajeros automáticos, una importante barrera geográfica

Las zonas rurales cubren aproximadamente el 90 % de la superficie total de Rumanía.

Según datos del Banco Nacional de Rumanía (NBR) 8 750 cajeros automáticos (el 90 % del total) se encuentran en zonas urbanas y solo 1.077 cajeros automáticos (el 10 %) se encuentran en zonas rurales (Figura 10).

Figura 10. Número de cajeros automáticos por cada 1 000 habitantes en Rumanía, 2025



Fuente: Banco Nacional de Rumanía, 2025.

El 25 % de la población vive en zonas rurales situadas a una distancia mínima de 5 km de un cajero automático, el 10 % se encuentra a distancias superiores a 8,5 km y el 1 % de la población se encuentra a distancias superiores a 15,8 km de un cajero automático.

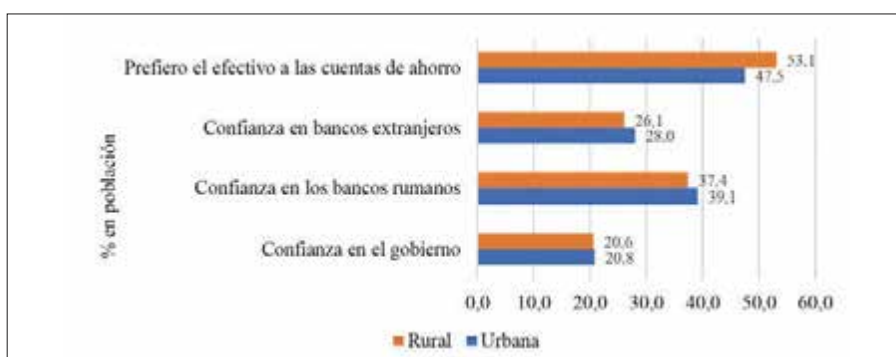
8. Preferencia por el efectivo y confianza en los bancos comerciales

Según datos de *OeNB Euro Survey Romania (2025)*, la preferencia por el efectivo es muy alta tanto en las zonas rurales (53%) como en las urbanas: la mitad de la población de Rumanía prefiere el efectivo.

La confianza en los bancos es moderada: la confianza en los bancos extranjeros es aproximadamente 11 puntos porcentuales inferior a la confianza en los bancos nacionales.

La confianza en el Gobierno es simétricamente baja: los encuestados rurales no son más desconfiados que los urbanos. (Figura 11).

Figura 11. Preferencia por el efectivo y confianza en las instituciones, en Rumania, 2025



Fuente: OeNB Euro Survey Romania, Urbana N – 3,783, Rural N – 3,447, 2025.

La desconfianza es una característica estructural de Rumanía: desilusión con las instituciones (tanto públicas como privadas).

Queda abierta la cuestión de cómo pueden funcionar la digitalización y un sistema financiero sin efectivo en un contexto de preferencia generalizada por el efectivo y de bajo nivel de confianza en las instituciones (Nițoi, 2022; Helmut, 2013).

9. Los tesoros de las zonas rurales rumanas

Los datos nos han mostrado una Rumanía rural menos integrada financieramente, menos digitalizada y menos conectada a las redes de la economía formal.

Sin embargo, existe otra dimensión de la vida rural rumana, una que los datos no reflejan.

En un mundo urbano donde la velocidad se ha convertido en un valor, las pantallas han sustituido al contacto visual y las transacciones han ocupado el lugar de las relaciones, las zonas rurales han conservado algo cada vez más escaso: tiempo con paciencia, comunidad con sustancia, identidad con raíces.

Antes de debatir cómo digitalizar la Rumanía rural, vale la pena detenerse a considerar qué tesoros albergan las zonas rurales rumanas.

Las zonas rurales rumanas esconden algunos de los activos y valores más preciados de la Unión Europea:

- Valores sociales: las comunidades rurales aún conservan formas de interacción más directas, menos influenciadas por la tecnología —un capital social difícil de reconstruir una vez perdido.
- Valores tradicionales: tradiciones vivas — cultivadas, practicadas y transmitidas de generación en generación.



Fuente: <https://romaniatourism.com/leisure-trips-in-rural-romania.html>; <https://www.blog.stayhere.ro/top-7-traditii-de-craciun-din-romania.html>.

- Valores morales: hospitalidad, religiosidad, tradicionalismo.
- Patrimonio turístico (ejemplos): Maramureș; Delta del Danubio; Transfăgărașan (lago Vidraru, fortaleza de Poenari, lago Bâlea); Transalpina; Gargantas del Danubio (Cazane); Sarmisegetusa; Geoparque de la UNESCO Ținutul Buzăului; Monasterios pintados de Bucovina; Roșia Montana (Patrimonio Mundial de la UNESCO 2021).



Fuente: <https://www.gohunedoara.com/list/viziteaza-in-hunedoara/locuri-frumoase/orastie/sarmizegetusa-regia/>; <https://cvlpress.ro/27.07.2021/rosia-montana-inclusa-in-patrimoniului-mondial-al-unesco/>

- Valores gastronómicos: la gastronomía rural rumana es una de las más diversas y menos industrializadas de Europa, y conserva recetas y técnicas transmitidas oralmente a lo largo de siglos.

Conclusiones

Los datos presentados revelan una realidad clara: existe una brecha significativa de inclusión financiera entre las zonas urbanas y rurales de Rumanía. Baja densidad de sucursales y cajeros automáticos, menor acceso a cuentas bancarias y tarjetas, competencias digitales limitadas y una fuerte preferencia por el efectivo configuran un panorama en el que la digitalización financiera, si no se gestiona con sensibilidad, puede profundizar la exclusión en lugar de resolverla.

Desde la perspectiva de la economía humanista, la inclusión financiera debe ir más allá de la mera bancarización o la transición al pago digital. Debe ser un proceso que:

- Respete los ritmos y realidades económicas rurales (ingresos estacionales, autoconsumo, economía informal).
- Garantice accesibilidad real, no solo tecnológica.
- Preservar la confianza y la relación humana, elementos centrales en las comunidades rurales.
- Integre los valores tradicionales como activos, no como obstáculos.

Las zonas rurales no son solo un problema por resolver, sino un recordatorio vivo de lo que una economía verdaderamente humanista debe proteger: la comunidad, el tiempo humano, la diversidad cultural y la sostenibilidad de las relaciones sociales frente a la uniformización tecnológica.

Las zonas rurales humanas y la inteligencia artificial - la asociación puede parecer paradójica, pero hemos visto lo que define a las zonas rurales humanas: singularidad, raíces, comunidad orgánica, lentitud - el tiempo sigue discutiendo a un ritmo humano y la inteligencia artificial produce exactamente lo contrario: uniformización, escalabilidad, eficiencia replicable, optimización.

Si la digitalización (la creación de un sistema financiero sin efectivo) intenta homogeneizar las zonas rurales, las brechas se ampliarán. Si, por el contrario, el sistema financiero ofrece a las zonas rurales instrumentos a través de los cuales puedan preservar y aprovechar su capital cultural y social, las brechas se reducirán, porque el individuo, por su propia naturaleza, se basa en sus valores naturales: comunidad, autenticidad y socialización.

Quizás debamos ver estos dos mundos diferentes (las zonas rurales y la IA) como una oportunidad: la linealización y la escalabilidad inducidas por la IA bien podrían hacer que el mundo volviera a los valores que aún se conservan en las zonas rurales.

Y estos valores no pueden ser replicados por las tecnologías de la información ni la inteligencia artificial.

Una verdadera inclusión financiera rural solo será posible si se construye sobre una economía humanista que concilie el progreso tecnológico con la preservación de los valores esenciales de las comunidades (Ioan-Franc, Diamescu, 2024).

De lo contrario, corremos el riesgo de crear un sistema financiero eficiente para unos pocos y excluyente para muchos. Las zonas rurales de Rumanía, con su riqueza cultural y humana, nos ofrecen la oportunidad de diseñar un modelo más equilibrado, inclusivo y respetuoso con la dignidad de las personas.

Bibliografía

Banco Nacional de Rumanía

Instituto Nacional de Estadística. (2023). Censo de población y hogares 2021. Rumania

Instituto Nacional de Estadística, Tempo online database, Rumanía

Ioan-Franc, Valeriu, Diamescu, Andrei-Marius. (2024). L'Economie – profit à tout prix vs. bien-être partagé, Editura Academiei Române

Katharina Allinger, Elisabeth Beckmann, Söhnke Bergmann, Melanie Koch, Thomas Scheiber. (2025). OeNB Euro Survey in Central, Eastern and Southeastern Europe, OeNB Euro Survey Team

Luminița Chivu, George Georgescu et al. (2019). Piața muncii din România. Repere cantitative și calitative privind deficitele de forță de muncă, Centrul de Informare și Documentare Economică, București

Nițoi Mihai, Clichici Dorina, Zeldea Cristina, Pochea Miruna, Ciocîrlan Cecilia. (2022). Financial well-being and financial literacy in Romania: A survey dataset, Data in Brief, Volume 43

Stix, Helmut. (2013). Why do people save in cash? Distrust, memories of banking crises, weak institutions and dollarization, *Journal of Banking & Finance* 37, pp 4087–4106

World Bank database

LOS ALGORITMOS HUMANISTAS QUE RECLAMA LA SOCIEDAD

Dr. Vicente Liern Carrión¹

*Académico de Número de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

Resumen

La expansión de la inteligencia artificial ha situado a los algoritmos en el centro de decisiones que afectan a la vida económica y social. Sin embargo, la automatización no garantiza por sí misma decisiones más justas, porque los modelos pueden reproducir sesgos, reducir la complejidad de la realidad a variables insuficientes y excluir las necesidades de quienes poseen menos competencias tecnológicas. Aquí se propone una concepción humanista del algoritmo como un instrumento de apoyo a la decisión que combina capacidad de procesamiento, aprendizaje y análisis con deliberación social, supervisión humana y responsabilidad institucional. La lógica difusa ofrece un marco especialmente adecuado para este propósito, porque permite representar valoraciones graduales, preferencias ambiguas y contextos de incertidumbre sin forzar respuestas binarias. Como ejemplo ilustrativo, se analiza la elección entre tres proyectos relacionados con los medios de pago: moneda física, moneda digital y un modelo híbrido. La propuesta se estructura en cuatro fases (relación, asignación, agrupación y ordenación), seguidas de monitorización continua y aprendizaje. El objetivo no es frenar la innovación, sino orientar su potencial hacia una economía concebida por y para las personas.

Palabras clave: inteligencia artificial; algoritmos humanistas; economía humanista; lógica difusa; inclusión financiera.

¹ Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad, Universitat de València.

Abstract

The expansion of artificial intelligence has placed algorithms at the heart of decisions affecting economic and social life. However, automation does not, in itself, guarantee fairer decisions, as models may reproduce biases, reduce the complexity of reality to an insufficient set of variables, and exclude the needs of those with fewer technological skills. This paper proposes a humanistic conception of algorithms as decision-support tools that combine processing, learning, and analytical capabilities with social deliberation, human oversight, and institutional accountability. Fuzzy logic provides a particularly suitable framework for this purpose, as it enables the representation of gradual assessments, ambiguous preferences, and uncertain contexts without imposing binary responses. As an illustrative example, the choice among three projects related to payment methods is examined: physical currency, digital currency, and a hybrid model. The proposal is structured into four phases—relationship, allocation, clustering, and ranking—followed by continuous monitoring and learning. The aim is not to slow down innovation, but to guide its potential towards an economy conceived by and for people.

Keywords: artificial intelligence; humanistic algorithms; humanistic economy; fuzzy logic; financial inclusion.

1. Del algoritmo eficiente al algoritmo responsable

La inteligencia artificial se ha convertido en una de las tecnologías más influyentes de nuestro tiempo. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, identificar regularidades, automatizar tareas y formular recomendaciones abre posibilidades extraordinarias para la economía, la gestión pública y la organización de las empresas (Iglesias Rodríguez et al., 2020; Vallence, 2023). En numerosos ámbitos, los algoritmos permiten reducir tiempos de respuesta, mejorar la asignación de recursos y descubrir relaciones que di-

ficilmente podrían advertirse mediante procedimientos tradicionales. Sería un error ignorar este potencial o contemplarlo únicamente desde una perspectiva defensiva (Verdegay, 2019).

Ahora bien, el progreso técnico no puede confundirse con el progreso social. Un algoritmo puede ser muy eficaz en la optimización de una variable y, al mismo tiempo, producir consecuencias indeseables cuando se aplica a una realidad humana compleja (Kahneman, 2013). La automatización puede reproducir sesgos presentes en los datos de partida, amplificar desigualdades preexistentes o convertir en invisibles factores que no resultan fáciles de cuantificar. Cuando el criterio dominante es la eficiencia inmediata, existe además el riesgo de relegar objetivos como la inclusión, la accesibilidad, la cohesión territorial o la dignidad de las personas (Rojas Puebla, 2023; Rojas Puebla et al., 2023).

Este problema no se resuelve rechazando los algoritmos, sino planteando la exigencia de diseñarlos de manera que integren la complejidad social en lugar de simplificarla indebidamente. El desafío consiste en aprovechar la capacidad de procesamiento, aprendizaje y análisis de la inteligencia artificial sin renunciar al juicio crítico, a la responsabilidad y a la sensibilidad propias de la intervención humana. En otras palabras, necesitamos algoritmos que no se limiten a calcular, sino que estén concebidos para servir a una economía verdaderamente humanista (RACEF, 2025).

La expresión «algoritmo humanista» no designa un artificio retórico ni una contradicción en los términos. Alude a una arquitectura de decisión en la que la tecnología permanece subordinada a fines deliberados colectivamente. En esta arquitectura, los datos son indispensables, pero no suficientes; la optimización es necesaria, pero no absoluta; y la automatización aporta valor, pero no exime de responsabilidad (RACEF, 2025). Un algoritmo humanista debe reconocer que las decisiones económicas afectan a personas concretas, con capacidades diferentes, preferencias no siempre consistentes y condiciones de vida que no pueden reducirse a un único indicador.

2. Economía humanista, sostenibilidad e inteligencia artificial

La necesidad de orientar la innovación hacia el bienestar colectivo conecta con tres líneas de trabajo que han adquirido un peso creciente en la reflexión económica contemporánea: la inteligencia artificial, la economía humanista y la sostenibilidad (RACEF, 2021; 2023; 2025). Lejos de constituir ámbitos independientes, estas líneas convergen en cómo utilizar el conocimiento científico y la innovación tecnológica para mejorar la vida de las personas sin erosionar la equidad, la libertad o la cohesión social (Kondratenko, 2023).

La inteligencia artificial proporciona herramientas capaces de transformar procesos productivos, servicios financieros, políticas públicas y formas de relación social. La economía humanista recuerda que las decisiones no pueden valorarse únicamente por el incremento de productividad o por la maximización del beneficio. La sostenibilidad amplía el horizonte temporal y obliga a considerar los efectos sociales, territoriales y ambientales de cada alternativa. El punto de encuentro entre estas perspectivas es una concepción de la tecnología como medio y no como fin en sí misma (Liern, 2026).

En este contexto puede formularse un axioma básico para el diseño de sistemas automatizados: no podemos ignorar a las personas que carecen de conocimientos o competencias tecnológicas, ni los objetivos sociales que en ocasiones conviven mal con la búsqueda de la maximización del beneficio. Esta exigencia no supone un rechazo de la eficiencia económica. Significa, más bien, que la eficiencia debe interpretarse dentro de un marco más amplio de valores. Una solución solo puede considerarse plenamente eficiente cuando sus beneficios no descansan en la exclusión sistemática de una parte de la sociedad (Liern, 2016).

Este axioma introduce una responsabilidad doble. Por una parte, obliga a evaluar qué grupos pueden quedar rezagados cuando se implanta una innovación. Por otra, exige reconocer que algunos bienes sociales (la accesibilidad, la autonomía, la confianza o la resiliencia) no se expresan adecuadamente me-

diante métricas simples. Un sistema que privilegia exclusivamente lo cuantificable corre el riesgo de confundir lo fácilmente medible con lo verdaderamente importante.

Un algoritmo humanista no puede ignorar a quienes carecen de conocimientos o competencias tecnológicas, ni subordinar los objetivos sociales a la maximización automática del beneficio.

3. La incertidumbre como rasgo de la realidad económica

Uno de los principales obstáculos para construir modelos atentos a las necesidades humanas es la tentación de tratar la incertidumbre como una anomalía. Buena parte de la realidad económica y social no se presenta mediante categorías nítidas. Las personas deciden con información incompleta, cambian de criterio, ponderan factores emocionales y expresan preferencias ambiguas. Sus elecciones pueden ser poco racionales desde la óptica de un modelo simplificado y, sin embargo, resultar perfectamente comprensibles cuando se consideran sus circunstancias.

La economía necesita instrumentos capaces de navegar por esa realidad incierta sin evitar sus matices. En este sentido, las aportaciones de Arnold Kaufmann, Lotfi Zadeh, Jacques Pezé y Jaime Gil Aluja han sido decisivas para flexibilizar operadores y métodos aplicados a la decisión económica (Kaufmann, Gil Aluja, 1986). La lógica difusa permite trabajar con grados de pertenencia, valoraciones lingüísticas y niveles de intensidad. En lugar de obligar a elegir entre respuestas tajantes de verdadero o falso, aceptable o inaceptable, prioritario o irrelevante, permite representar situaciones intermedias.

Esta flexibilidad no implica renunciar al rigor. Al contrario, permite modelizar de manera más fiel fenómenos que perderían información relevante al ser tratados exclusivamente mediante clasificaciones binarias. En decisiones públicas o empresariales, expresiones como «aceptación alta», «coste moderado», «riesgo significativo» o «impacto territorial muy desigual» no son

imprecisiones que deban eliminarse sin más. Pueden constituir la forma más honesta de expresar el conocimiento disponible cuando los datos son incompletos o las evaluaciones incorporan juicio experto y percepción social (Kaufmann et al., 1994).

Integrar la lógica difusa en sistemas de inteligencia artificial ofrece, por tanto, una oportunidad relevante. La inteligencia artificial aporta capacidad para procesar datos, descubrir patrones y adaptar recomendaciones. La lógica difusa aporta un formalismo para representar la gradualidad, la ambigüedad y la incertidumbre. Su combinación puede contribuir a que los algoritmos se aproximen mejor a una economía hecha por y para personas reales, no para agentes idealizados que actúan siempre con información perfecta y preferencias estables.

4. Qué debe exigir la sociedad a un algoritmo humanista

Un algoritmo humanista no se define únicamente por la técnica utilizada. Su carácter humanista depende de la forma en que se seleccionan los objetivos, se incorporan las restricciones, se interpretan los datos y se asignan responsabilidades. No basta con introducir una variable social al final del proceso para compensar una optimización diseñada con criterios exclusivamente económicos. Los valores deben estar presentes desde el inicio (RACEF, 2025).

El punto de partida no son solo los datos, sino también los principios previamente consensuados. Antes de evaluar alternativas, es necesario identificar los fines relevantes, los indicadores disponibles y las restricciones reales (presupuesto, territorio de aplicación, colectivos prioritarios, privacidad o resiliencia). De este modo, las alternativas dejan de tratarse como soluciones técnicamente intercambiables y pasan a evaluarse como proyectos con consecuencias sociales distintas.

También es indispensable incorporar la opinión de las personas afectadas. Cualquier sistema automatizado que contribuya a orientar decisiones económicas o políticas debe ser capaz de recoger preferencias diversas, valorar gra-

dos de aceptación e interpretar sensibilidades sociales que no siempre pueden expresarse mediante cifras exactas. La participación debe influir en los criterios, en sus ponderaciones y en la revisión de los resultados.

A partir de estas premisas, cabe resumir las exigencias básicas de un algoritmo humanista en cinco principios operativos:

- a) Finalidad social explícita: los objetivos de bienestar, inclusión y dignidad deben incorporarse desde la fase de diseño.
- b) Pluralidad de criterios: la eficiencia económica ha de convivir con la accesibilidad, la equidad, la sostenibilidad y la resiliencia.
- c) Representación de la incertidumbre: el sistema debe admitir gradaciones, matices y valoraciones lingüísticas cuando la realidad no permita respuestas binarias.
- d) Supervisión humana obligatoria: la validación del sentido social de la decisión no puede delegarse íntegramente en una máquina.
- e) Revisión continua: los resultados deben poder modificarse cuando cambien los datos, los impactos observados o las necesidades sociales.

5. Un caso ilustrativo: moneda física, moneda digital y solución híbrida

Para concretar esta propuesta, consideremos una decisión de gran relevancia social: la selección de un proyecto relacionado con los medios de pago. Se comparan tres alternativas. El proyecto A propone la moneda física, el proyecto B apuesta por la moneda digital, y el proyecto C combina ambas posibilidades mediante un modelo híbrido. Obviamente, la cuestión no consiste únicamente en determinar qué alternativa resulta más avanzada desde el punto de vista tecnológico. Cada una de ellas posee implicaciones diferentes en términos de inclusión financiera, accesibilidad, trazabilidad, coste, privacidad y resiliencia.

Un enfoque convencional podría ordenar los proyectos a partir de criterios fácilmente cuantificables, como la rapidez, el coste operativo o el número de transacciones procesadas. Un enfoque humanista debe ampliar la perspectiva. La moneda digital puede aportar comodidad, agilidad e innovación, pero su generalización puede crear dificultades para las personas con menores competencias digitales, para determinados grupos de edad o para territorios con conectividad insuficiente. La moneda física puede parecer menos eficiente en algunos procesos, pero conserva una función social relevante permite garantizar el acceso universal, la autonomía operativa y la capacidad de respuesta ante determinados fallos tecnológicos. El modelo híbrido intenta aprovechar las ventajas de ambos sistemas sin convertir la innovación en sustitución automática.

5.1. Una encuesta universitaria como información ilustrativa

Como ejercicio orientativo, se recabaron respuestas de estudiantes universitarios de distintas áreas de conocimiento de la Universitat de València. El propósito de esta consulta no era elaborar un estudio estadísticamente representativo, sino mostrar qué tipo de información social podría incorporarse a un algoritmo humanista (Tabla 1). La propia interpretación de los resultados obliga a formular una pregunta esencial: ¿qué ocurriría si cambiáramos la muestra? Esta cautela impide extrapolar de forma mecánica las preferencias de un grupo universitario al conjunto de la sociedad.

Tabla 1. Distribución del alumnado participante por área de conocimiento

Área de conocimiento	Número de estudiantes
Ciencias Sociales y Jurídicas	97
Ciencias de la Salud	106
Ingeniería y Arquitectura	94
Ciencias	103
Artes y Humanidades	100
<i>Total</i>	<i>500</i>

Los datos expresados en la Tabla 2 sugieren una tendencia favorable al uso del dinero digital, especialmente en áreas próximas a la ingeniería y la informática, donde el porcentaje de preferencia alcanza el 78.6 %. En economía, empresa o finanzas, la preferencia digital asciende al 68.7 %; en ciencias de la salud, al 59.4 %; y en derecho y ciencias sociales, al 54.3 %. En humanidades y comunicación, el porcentaje es menor, aunque continúa siendo la opción más frecuente, con un 44.8 %. Estos resultados son coherentes con la asociación habitual del pago digital con la comodidad, la rapidez y la facilidad de uso cotidiano.

Sin embargo, la inclinación hacia lo digital no equivale a un rechazo completo del efectivo. La opción combinada obtiene porcentajes relevantes en todos los grupos: desde el 15.0 % en ingeniería e informática hasta el 30.5 % en humanidades y comunicación. La preferencia por la moneda física también persiste, especialmente en este último grupo, con un 24.7 %. La lectura más interesante no consiste en aceptar la victoria de una alternativa, sino en reconocer que una parte de las personas percibe valor en conservar varias vías de acceso.

Tabla 2. Preferencias ilustrativas por tipo de medio de pago (%).

Área o titulación	Digital	Físico	Combinación
Economía, empresa o finanzas	68.7	11.6	19.7
Derecho y ciencias sociales	54.3	19.8	25.9
Ingeniería e informática	78.6	6.4	15.0
Ciencias de la salud	59.4	15.2	25.4
Humanidades y comunicación	44.8	24.7	30.5

Nota: consulta con finalidad ilustrativa. Los resultados no deben interpretarse como una estimación representativa del conjunto de la población.

Por supuesto, cualquier sistema responsable debe analizar cómo cambiarían las conclusiones si se incorporaran personas de edad avanzada, colectivos

con menores competencias digitales, territorios rurales o zonas con dificultades de conectividad. La innovación no puede identificarse con la sustitución indiscriminada de las soluciones anteriores. En determinados contextos, innovar significa integrar, preservar y adaptar (Liern, 2026).

5.2. Fase de entrada: valores, restricciones y proyectos

La arquitectura del algoritmo comienza con una fase de entrada. En ella se recogen los valores acordados, los indicadores relevantes, las restricciones disponibles y las alternativas que deben evaluarse. Las restricciones deben incluir el presupuesto, las características de los territorios, la disponibilidad de infraestructuras, las exigencias de privacidad y la existencia de colectivos prioritarios. Esta información impide que el algoritmo contemple los proyectos como simples opciones técnicas.

El proyecto basado en moneda física se vincula con la garantía de acceso universal y con la autonomía de quienes no desean o no pueden depender exclusivamente de medios digitales. El proyecto digital se relaciona con la innovación, la rapidez y la trazabilidad. El proyecto híbrido se asocia con la inclusión, la flexibilidad y la resiliencia. Estas asociaciones no se incorporan como verdades inmutables, sino como hipótesis que deben someterse a validación humana y a revisión periódica.

5.3. Cuatro fases para una decisión responsable

Una vez identificadas las alternativas, el algoritmo se desarrolla mediante las cuatro fases que rigen cualquier toma de decisiones: relación, asignación, agrupación y ordenación (Gil Aluja, 1999). Cada fase cumple una función específica y contiene mecanismos para evitar que la automatización se convierta en una caja negra ajena al control social.

Fase 1. Relación. La primera fase interpreta y contextualiza la información disponible. La inteligencia artificial ayuda a relacionar cada proyecto con los objetivos sociales definidos. No se trata todavía de emitir una ordenación, sino de construir un mapa comprensible de conexiones para ver qué necesidades atiende cada alternativa, qué grupos pueden verse beneficiados o perjudicados y qué impactos conviene observar.

Esta fase incluye una validación humana obligatoria. El algoritmo puede identificar regularidades y sugerir relaciones, pero la responsabilidad de validar el sentido social de la decisión sigue siendo humana. La intervención de expertos, responsables institucionales y representantes de los grupos afectados resulta esencial para detectar interpretaciones incompletas o sesgos inadvertidos.

Fase 2. Asignación. La segunda fase transforma la información en valoraciones comparables. La lógica difusa permite asignar niveles graduales a criterios como inclusión financiera, accesibilidad, eficiencia, coste de implantación, alineación estratégica, aceptación social, equidad territorial, privacidad o resiliencia. En lugar de exigir datos exactos cuando no existen, el modelo puede trabajar con valoraciones como «alta», «media» o «muy alta», representadas mediante grados adecuados.

Esta etapa es especialmente importante porque las prioridades sociales rara vez son binarias. Una alternativa puede ser muy eficiente y, al mismo tiempo, presentar un riesgo moderado de exclusión, otra puede tener un coste elevado, pero ofrecer una resiliencia superior. La finalidad del algoritmo no es eliminar estos conflictos, sino hacerlos visibles y comparables.

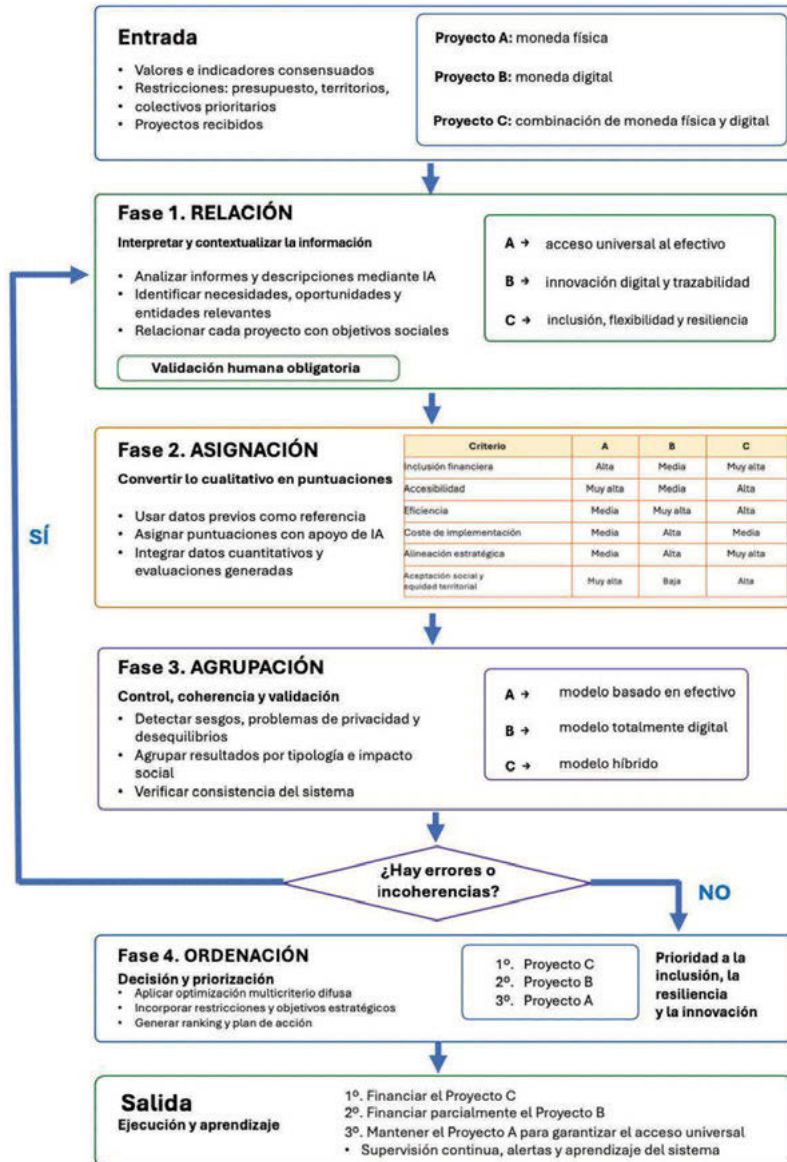
Fase 3. Agrupación. La tercera fase cumple una función de control, coherencia y validación. Los resultados se agrupan según su tipología y su impacto social, al tiempo que se revisan posibles sesgos, problemas de privacidad, desequilibrios territoriales o incoherencias en las valoraciones. La agrupación permite advertir patrones que podrían pasar desapercibidos cuando se analiza cada dato por separado.

Tras esta revisión aparece un punto de decisión fundamental: comprobar si existen errores o inconsistencias. Si se detectan problemas, el sistema no continúa automáticamente. Regresa a las fases anteriores para revisar la información, corregir criterios o ajustar valoraciones. Este bucle de retroalimentación introduce aprendizaje, pero también responsabilidad. Aprender no significa únicamente mejorar la predicción, sino revisar críticamente las consecuencias de la decisión.

Fase 4. Ordenación. Si no se detectan errores relevantes, el algoritmo avanza hacia la ordenación. En esta fase se aplica una optimización multicriterio difusa que integra criterios, restricciones y objetivos estratégicos. La lógica difusa facilita la comparación de alternativas con valoraciones graduales, y cuando varios criterios entran en tensión (Liern, Pérez-Gladish, 2022).

En el ejemplo, la ordenación prioriza el proyecto C, basado en la coexistencia de moneda física y digital. En segundo lugar, sitúa el proyecto B, que puede financiarse parcialmente para ampliar las ventajas del entorno digital. En tercer lugar, mantiene el proyecto A como garantía de acceso universal. El resultado es significativo porque no responde únicamente a la búsqueda de eficiencia operativa. Reconoce que el modelo híbrido combina ventajas, reduce riesgos y evita que la innovación se traduzca en exclusión.

Figura 1. Flujo del algoritmo.



5.4. Ejecución, monitorización y aprendizaje

La decisión no finaliza cuando se produce la ordenación que se muestra en la Figura 1. Un algoritmo humanista debe incorporar supervisión continua, alertas y aprendizaje progresivo. Si cambian los datos, las restricciones, las necesidades sociales o los impactos observados, la recomendación debe revisarse. Este principio es particularmente importante en entornos sujetos a transformaciones rápidas, como los medios de pago digitales.

La monitorización permite comprobar si la alternativa priorizada produce los efectos esperados y si aparecen consecuencias no previstas. También facilita la introducción de mecanismos correctores. Un proyecto inicialmente adecuado puede dejar de serlo si aumenta la brecha digital, se producen fallos de conectividad o cambian las preferencias sociales. El algoritmo no debe entenderse como una decisión cerrada, sino como un proceso dinámico de mejora sometido a control institucional. En otras palabras, los algoritmos ayudan a la decisión, pero son los humanos quienes deciden.

6. Gobernanza: límites de la automatización y responsabilidad humana

El ejemplo monetario muestra que la discusión sobre inteligencia artificial no puede limitarse a la precisión técnica de los modelos. También es una cuestión de gobernanza. ¿Quién define los objetivos? ¿Qué criterios se incluyen? ¿Qué colectivos participan? ¿Quién responde cuando una recomendación produce efectos perjudiciales? ¿Con qué frecuencia se revisan los resultados? Estas preguntas no son externas al algoritmo, sino que forman parte de su diseño.

La supervisión humana obligatoria no debe interpretarse como un simple formalismo ni como una simple firma al final del proceso. Debe consistir en una capacidad real para comprender los criterios, cuestionar las asociaciones propuestas, detener la ejecución y revisar las ponderaciones. El sistema ha de ofrecer trazabilidad suficiente para explicar por qué una alternativa obtiene prioridad y qué cambios modificarían el resultado.

La incorporación de preferencias sociales tampoco puede reducirse a una agregación mecánica. Las mayorías importan, pero una economía humanista debe prestar atención a las minorías que pueden sufrir un daño desproporcionado. En el caso de los medios de pago, una preferencia mayoritaria por lo digital no elimina la necesidad de garantizar alternativas accesibles para quienes dependen del efectivo. El diseño responsable exige evaluar tanto la frecuencia de una preferencia como la intensidad de los perjuicios derivados de ignorarla.

Además, el algoritmo debe distinguir entre aprendizaje técnico y aprendizaje social. El primero mejora la capacidad de identificar patrones o ajustar predicciones. El segundo obliga a revisar las categorías con las que interpretamos la realidad. Puede ocurrir que un indicador inicialmente considerado suficiente deje de captar una nueva forma de exclusión o que una restricción territorial adquiera más importancia de la prevista. La capacidad de revisar el propio marco de evaluación es una condición esencial para evitar la rigidez tecnológica.

La transparencia desempeña un papel decisivo. No todos los componentes de un sistema complejo pueden explicarse con el mismo nivel de detalle a cualquier público, pero las personas afectadas deben conocer los objetivos, los criterios principales, los mecanismos de supervisión y las vías de reclamación.

7. Innovar no significa sustituir indiscriminadamente

La transformación digital suele presentarse mediante una narrativa lineal en la que las soluciones nuevas desplazarían necesariamente a las anteriores y cualquier resistencia constituiría un freno al progreso. Esta visión resulta insuficiente. En sistemas complejos, la coexistencia puede ser más valiosa que la sustitución. La redundancia, que desde una perspectiva estrictamente operativa puede parecer ineficiente, también puede ser una buena solución.

El caso de la moneda física y digital lo ilustra con claridad. Mantener diversas vías de pago puede incrementar determinados costes, pero también protege frente a fallos tecnológicos, amplía la autonomía de las personas y

reduce el riesgo de exclusión. La pregunta relevante no es si lo digital debe avanzar, sino cómo debe hacerlo para que sus beneficios se distribuyan de forma justa y para que nadie quede atrás.

Esta metodología puede extenderse a otros ámbitos, como la atención sanitaria, la administración electrónica, la educación. En todos ellos, la automatización ofrece oportunidades valiosas, pero sus beneficios dependen de la existencia de alternativas accesibles, acompañamiento adecuado y mecanismos de revisión. Una sociedad tecnológicamente avanzada no es aquella que elimina cualquier interacción no digital, sino aquella que utiliza la tecnología para ampliar capacidades y libertades.

8. Conclusiones

Las nuevas tecnologías no constituyen necesariamente una amenaza para la economía humanista. Pueden despersonalizar procesos, concentrar poder o desplazar tareas humanas cuando se aplican sin un marco adecuado, pero también pueden fortalecer la inclusión, la sostenibilidad y la calidad de las decisiones. La diferencia depende de cómo se diseñen, de qué objetivos se establezcan y de qué responsabilidades se mantengan en manos humanas.

La inteligencia artificial y el humanismo no son fuerzas opuestas. Su alianza exige orientar la innovación hacia un horizonte ético en el que la eficiencia y la productividad se conjuguen con la justicia y la dignidad. La lógica difusa ofrece una base especialmente adecuada para avanzar en esta dirección, porque permite representar matices, incertidumbres y valoraciones graduales que forman parte de la realidad económica y social.

Los algoritmos propuestos se apoyan en que los sistemas automatizados deben servir a las personas y no al contrario. Para ello, deben incorporar valores previamente consensuados, con restricciones reales y supervisión humana obligatoria. La ordenación de alternativas no puede reducirse a maximizar una única medida, sino que debe integrar criterios diversos y reconocer los conflictos entre ellos.

El reto no consiste en frenar el progreso tecnológico, sino en darle sentido humano. Cada innovación debería contribuir al bienestar colectivo y a la construcción de una sociedad más libre, solidaria y próspera. La tecnología no es el horizonte ni un fin en sí misma, sino un instrumento cuyo valor se mide por su capacidad para mejorar la vida de las personas sin dejar a nadie atrás.

Referencias

- Gil Aluja, J. (1999). Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre. Ed. Milladoiro.
- Iglesias Rodríguez, E., García Zaballos, A., Puig Gabarró, P., & Benzaqué, I. (2020). Inteligencia artificial. Gran oportunidad del siglo XXI. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Kahneman, D. (2013). Pensar rápido, pensar despacio. Penguin Random House.
- Kaufmann, A., & Gil-Aluja, J. (1986). Introducción a la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas. Milladoiro.
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J., & Gil Lafuente, A. M. (1994). La creatividad en la gestión de las empresas. Ediciones Pirámide.
- Kondratenko, Y. (2023). Increasing Role of Artificial Intelligence in Human Activity: Development, Implementation, and Perspectives. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Barcelona: Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.
- Liern, V. (2016). El impacto positivo como criterio para avanzar en la inversión socialmente responsable. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.
- Liern, V. (2026). La lógica difusa como marco para el desarrollo económico impulsado por inteligencia artificial [Discurso pronunciado en el Acto Internacional de la RACEF junto a la Universidad Politécnica de Creta]. Chania (Creta), Grecia.

- Liern, V., & Pérez-Gladish, B. (2022). Multiple criteria ranking method based on functional proximity index: Un-weighted TOPSIS. *Annals of Operations Research*, 311(2), 1099–1121.
- RACEF. (2021). Escuela de Economía Humanista de Barcelona. https://racef.es/archivos/actividad_cientifica/escuela_de_economia_humanistica_de_barcelona.pdf
- RACEF. (2023). La Cátedra de Sostenibilidad abordará las finanzas, la alimentación y la energía. <https://racef.es/es/node/5743>
- RACEF. (2025). Algoritmos humanistas, información y soporte. <https://barcelona.humanisteconomy.com/soporte>
- Rojas Puebla, C. F. (2023). Un modelo de asignación de ayudas a la investigación basado en técnicas multicriterio [Trabajo de Fin de Máster, Universitat de València].
- Rojas-Puebla, C. F., Pardo-Quintanilla, R. A., & Liern, V. (2023). Asignación de ayudas a la investigación basado en técnicas multicriterio. Comunicación en ASEPUMA 2023.
- Vallence, C. (2023). Elon Musk among experts urging a halt to AI training. <https://www.bbc.com/news/technology-65110030>
- Verdegay, J. L. (2019). ¿En qué piensan los algoritmos? Ed. Secretaría General de la Universidad de Granada. D.L. GR 1181-2019.

LOS RIESGOS OCULTOS DE LAS FINANZAS SIN EFECTIVO

Dra. Montserrat Guillén Estany
*Académica de Número de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

Introducción

En la última década, la aceleración tecnológica, la banca móvil, las plataformas fintech, las criptomonedas y las monedas digitales de los bancos centrales (CBDC) han intensificado los debates sobre la viabilidad de una sociedad que funcione casi por completo sin efectivo.

La digitalización promete mayor eficiencia en las transacciones, menores costos operativos, un mejor control tributario y una mayor inclusión financiera. Además, los gobiernos y las instituciones financieras suelen presentar los sistemas sin efectivo como instrumentos de modernización capaces de reducir el fraude y mejorar la transmisión de la política monetaria. Sin embargo, la digitalización implica que los actores privados que dependen de infraestructuras automatizadas son capaces de procesar enormes volúmenes de información financiera digital individualizada en tiempo real.

Mi presentación se centra en los riesgos ocultos de las finanzas sin efectivo, en particular cuando los sistemas financieros sin efectivo permiten rastrear todas las transacciones financieras realizadas por un individuo, incluyendo información contextual como marcas de tiempo, ubicaciones y transacciones cercanas; es decir, información sobre quién compró qué dentro del mismo intervalo espacio-temporal.

La presentación se estructura en torno a tres temas principales que abordan los peligros de extraer información de los datos de transacciones digitales: (i) el contenido de los datos masivos de transac-

ciones, (ii) por qué los métodos de análisis de datos y aprendizaje automático son peligrosos y (iii) la posibilidad de injusticia social derivada de los modelos de puntuación ciudadana basados en datos financieros digitales.

Introduction

In the last decade, technological acceleration, mobile banking, fintech platforms, cryptocurrencies, and Central Bank Digital Currencies (CBDCs) have intensified discussions regarding the feasibility of a society operating almost entirely without cash.

Digitalization promises greater efficiency in transactions, lower operational costs, improved tax control, and increased financial inclusion. In addition, governments and financial institutions frequently present cashless systems as instruments of modernization capable of reducing fraud and improving monetary policy transmission. However, digitalization implies that private actors who rely on automated infrastructures are capable of processing enormous volumes of individualized digital financial information in real time.

My presentation focuses on the hidden risks of cashless finance, particularly when cashless financial systems enable the tracing of all financial transactions made by an individual, including contextual information such as timestamps, locations, and neighboring transactions, that is, information about who purchased what within the same spatiotemporal window.

The presentation is structured around three main themes addressing the dangers of extracting information from digital transaction data. (i) the content of massive transaction data, (ii) why data analytics and machine learning methods are dangerous and (iii) possibility of social unfairness derived from citizen scoring models built upon digital financial data.

¿Qué son los datos de transacciones masivas? ¿Qué contienen?

Un sistema monetario totalmente digital transforma cada transacción económica en datos. A diferencia de las transacciones en efectivo, que conservan cierto grado de anonimato, los pagos digitales crean registros permanentes capaces de revelar patrones de consumo, movilidad, ideología, estado de salud, relaciones sociales y preferencias políticas. Los datos de las transacciones que no son anónimos se convierten en un activo estratégico no solo para bancos y corporaciones, sino también para gobiernos y sistemas predictivos basados en inteligencia artificial.

Un registro de transacción contiene la fecha y hora en que se realizó el pago, así como la identificación del emisor y del receptor. Este es el principio básico de Bizum, una plataforma muy popular en España. Se trata de un mecanismo de pago telefónico que permite transacciones rápidas entre un número de teléfono vinculado a una cuenta bancaria y otro número de teléfono asociado a su cuenta bancaria correspondiente. No se necesita dinero en efectivo.

Al examinar las transacciones que se producen al mismo tiempo e involucran identificadores relacionados, es posible vincular las operaciones entre sí y detectar patrones o correlaciones entre los usuarios y los importes de los pagos.

El acceso a conjuntos de datos transaccionales detallados genera una asimetría estructural de información y poder. Los ciudadanos pierden cada vez más el control sobre su privacidad, mientras que las instituciones adquieren capacidades sin precedentes para la monitorización del comportamiento. El problema no reside únicamente en el almacenamiento de información, sino en la capacidad de inferir características sensibles mediante modelos de aprendizaje automático entrenados con grandes conjuntos de datos. Incluso datos aparentemente inocuos pueden revelar patrones muy íntimos cuando se agregan y analizan automáticamente.

La sustitución del dinero físico por monedas totalmente digitales suscita profundas preocupaciones en materia de privacidad, autonomía, vigilancia, discriminación y gobernanza algorítmica. Si bien se suele destacar la mejora en la eficiencia, los riesgos asociados al análisis automatizado de datos de comportamiento siguen sin examinarse suficientemente. En este contexto, la aparición del aprendizaje automático como herramienta fundamental para todo tipo de toma de decisiones plantea importantes desafíos éticos, legales y metodológicos.

Análisis de datos aplicado a datos de transacciones

Uno de los principales riesgos derivados del acceso a los datos de transacciones reside en el uso del aprendizaje automático para construir perfiles de comportamiento capaces de influir en las oportunidades económicas. Los sistemas de calificación crediticia, los algoritmos de detección de fraude, la fijación de precios de los seguros, la publicidad dirigida y los mecanismos de evaluación de riesgos dependen cada vez más de modelos predictivos que clasifican a las personas según patrones probabilísticos en lugar de criterios legales transparentes. Dichos sistemas pueden reproducir o amplificar las desigualdades sociales existentes, manteniendo al mismo tiempo una apariencia de neutralidad técnica.

Analicemos un ejemplo. Consideremos, por ejemplo, a una persona que trabaja en turnos nocturnos y rara vez realiza pagos durante el día. Un sistema mal entrenado podría asociar erróneamente este comportamiento con perfiles estadísticamente relacionados con actividades nocturnas o transacciones sospechosas, a pesar de que el comportamiento sea totalmente legítimo. Esto ilustra cómo los sistemas algorítmicos pueden confundir un comportamiento atípico con un comportamiento de riesgo, reforzando suposiciones erróneas y generando potencialmente resultados injustos o discriminatorios.

Este grave problema se conoce como *sobreestimación de la capacidad predictiva*. Las instituciones financieras y las empresas tecnológicas suelen exagerar las capacidades predictivas de los sistemas de aprendizaje automá-

tico, presentándolos como objetivos y altamente precisos a pesar de sus importantes limitaciones. Las afirmaciones sobre la capacidad de los algoritmos para predecir el fraude, la solvencia o la fiabilidad del consumidor a menudo ignoran la naturaleza probabilística e incierta de estos modelos. Este exceso de confianza tecnológica puede generar una confianza injustificada en las decisiones automatizadas, reduciendo así la supervisión humana y la evaluación crítica.

Muchos modelos no logran captar la verdadera naturaleza de los consumidores atípicos y pueden clasificar a alguien como “irregular” simplemente porque esa persona no se ajusta a los patrones de comportamiento promedio.

Modelos de calificación ciudadana basados en datos financieros digitales.

Un punto clave es el propósito del análisis de datos de transacciones. Por ejemplo, detectar ciudadanos con dificultades financieras que viven al día. Esto podría ayudar a diseñar políticas sociales que ayuden a quienes experimentan dificultades financieras. En esta área, una preocupación significativa podría ser *La selección sesgada de datos*, mediante la cual los analistas presentan selectivamente resultados exitosos e ignoran los fracasos o las evidencias contradictorias, es un ejemplo de ello en el aprendizaje automático con datos transaccionales. Este análisis puede resaltar ejemplos aislados de éxito algorítmico sin revelar las tasas de error, la inestabilidad o los sesgos sociales. Esta práctica puede contribuir a una percepción pública distorsionada de la inteligencia artificial, considerándola inherentemente fiable y objetiva.

El problema de *las bases de referencia inadecuadas* también merece atención. Muchos sistemas de IA afirman tener un rendimiento superior sin comparar sus resultados con alternativas humanas o institucionales significativas. Por ejemplo, un sistema automatizado de calificación crediticia puede parecer eficiente en comparación con una clasificación aleatoria, pero en realidad puede tener un rendimiento inferior al de evaluadores humanos experimentados bajo criterios transparentes.

Igualmente problemático es el extendido temor a *malinterpretar la importancia de las características*. Muchos modelos de aprendizaje automático identifican variables estadísticamente asociadas con ciertos resultados, pero no se debe confundir correlación con causalidad. Las instituciones financieras pueden asumir erróneamente que indicadores de comportamiento específicos explican directamente el riesgo o la fiabilidad, cuando dichas variables simplemente reflejan desigualdades estructurales más amplias. En consecuencia, los sistemas algorítmicos pueden perjudicar a poblaciones vulnerables bajo el pretexto de la objetividad técnica.

Por ejemplo, los cambios frecuentes de domicilio, los patrones de gasto irregulares o los historiales laborales inestables pueden interpretarse como indicadores de riesgo financiero, incluso cuando son consecuencia de condiciones socioeconómicas precarias. De este modo, los sistemas automatizados transforman la desventaja social en exclusión reforzada algorítmicamente.

Otro aspecto importante se refiere a *las métricas agregadas y la estabilidad*. Los sistemas de aprendizaje automático suelen evaluarse mediante indicadores de rendimiento generales, como la precisión media o las tasas de error globales. Sin embargo, las métricas agregadas a menudo ocultan disparidades sustanciales entre grupos demográficos. Un sistema puede parecer muy preciso en general, pero a la vez discriminar sistemáticamente a las minorías o a las personas económicamente desfavorecidas. Otro ejemplo de malas prácticas en el análisis de datos es no tener en cuenta las relaciones entre individuos. Por ejemplo, los miembros de una familia pueden transferir dinero no como pago por bienes o servicios, sino porque funcionan como una unidad coordinada. Una madre podría darle dinero a su hijo para comprar alimentos, donde la transferencia refleja una actividad doméstica compartida en lugar de una transacción de mercado.

En general, los modelos de aprendizaje automático rara vez son estables a lo largo del tiempo. Los patrones de comportamiento evolucionan, las condiciones económicas fluctúan y los contextos sociales cambian continuamente.

Un modelo entrenado con datos históricos puede quedar obsoleto rápidamente o producir resultados impredecibles al implementarse en entornos dinámicos. Por lo tanto, los sistemas financieros que dependen excesivamente de la predicción automatizada corren el riesgo de amplificar la inestabilidad sistémica en lugar de reducir la incertidumbre.

El uso cada vez mayor de *modelos de caja negra* intensifica las preocupaciones mencionadas anteriormente. Muchos sistemas avanzados de aprendizaje automático operan mediante arquitecturas muy complejas que permanecen opacas incluso para sus desarrolladores. En contextos financieros, la opacidad se vuelve especialmente problemática porque las decisiones algorítmicas pueden influir directamente en la participación económica.

La falta de explicabilidad socava los principios fundamentales de rendición de cuentas y debido proceso. Las personas afectadas por decisiones algorítmicas a menudo carecen de la capacidad de comprender, cuestionar o apelar los resultados automatizados. En consecuencia, el poder se desplaza de las instituciones democráticas hacia infraestructuras técnicas regidas por algoritmos propietarios y corporaciones privadas.

Conclusión

En los ecosistemas digitales actuales, se recopila una gran cantidad de información personal a través de plataformas de pago, aplicaciones móviles, redes sociales, compras en línea, sistemas de geolocalización y tecnologías de identificación biométrica. Estos datos suelen combinarse a partir de múltiples fuentes, lo que se percibe como una forma altamente intrusiva de vigilancia del comportamiento. En una sociedad sin dinero en efectivo, la omnipresencia de los pagos digitales hace que los datos de las transacciones sean muy completos e informativos.

El peligro central reside no solo en la recopilación de datos en sí, sino en la capacidad de inferir el comportamiento futuro y manipular las decisiones

económicas. El análisis predictivo puede identificar vulnerabilidades psicológicas, hábitos de consumo y tendencias emocionales con una precisión cada vez mayor. Por lo tanto, los agentes financieros pueden desarrollar sistemas capaces de influir en el comportamiento del consumidor, fomentar el endeudamiento o discriminar entre personas.

Estos avances revelan una transformación más profunda en la naturaleza misma de la circulación monetaria. Tradicionalmente, el dinero funcionaba principalmente como medio de intercambio, unidad de cuenta y reserva de valor. Sin embargo, en los ecosistemas digitales, las transacciones monetarias operan cada vez más como instrumentos de producción de datos y gobernanza del comportamiento. La actividad financiera se vuelve inseparable de las arquitecturas de vigilancia diseñadas para clasificar, predecir e influir en los individuos.

Por consiguiente, el debate en torno a las sociedades sin efectivo no puede reducirse únicamente a cuestiones de eficiencia o innovación. Fundamentalmente, se centra en la relación entre tecnología, poder y libertad individual. El reto no reside en si las finanzas digitales seguirán expandiéndose, sino en qué condiciones normativas, legales y éticas debería producirse dicha expansión.

Por lo tanto, es fundamental contar con marcos regulatorios sólidos, pero considero que es necesario analizar desde nuestra Escuela de Economía Humanista de Barcelona qué se puede hacer a partir de los datos de las transacciones. Los requisitos de transparencia, las auditorías algorítmicas, los principios de minimización de datos, los estándares de explicabilidad y los mecanismos de supervisión independientes deben constituir componentes centrales de la gobernanza financiera digital. Los sistemas de aprendizaje automático implementados en contextos financieros sensibles deben seguir sujetos al escrutinio democrático y a la rendición de cuentas humana.

En definitiva, la transición hacia un sistema financiero sin moneda física plantea una paradoja. Las mismas tecnologías capaces de aumentar la eficiencia y la comodidad también tienen la capacidad de intensificar la vigilancia, la

discriminación y el control social. Si no se regulan adecuadamente, los sistemas financieros automatizados pueden erosionar gradualmente la privacidad, reforzar las desigualdades y reducir la autonomía de los ciudadanos bajo la apariencia de progreso tecnológico.

El futuro de la circulación monetaria no debe determinarse exclusivamente por la viabilidad técnica o la rentabilidad económica. También debe guiarse por consideraciones humanistas más amplias relativas al uso de la información digital masiva en sociedades cada vez más basadas en datos.

Referencias

- Caparros, J. M. V., Campos-Blázquez, J. R., & Ortega, P. M. (2022). How Modularity Theory explains the main components of Digital Business Ecosystems: The case of Bizum, an instant mobile payment solution in Spain. *ESIC Digital Economy and Innovation Journal*, 1(2), e050-e050.
- Ghosh, P., Vallee, B., & Zeng, Y. (2026). Fintech lending and cashless payments. *The Journal of Finance*, 81(2), 1053-1101.
- Jha, S., Guillen, M., & Westland, J. C. (2012). Employing transaction aggregation strategy to detect credit card fraud. *Expert systems with applications*, 39(16), 12650-12657.
- Ouyang, S. (2026). Cashless payment and financial inclusion. *Journal of Financial Economics*, 180, 104277.
- Thar, K. W., & Wai, T. T. (2024, March). Machine learning based predictive modelling for fraud detection in digital banking. In *2024 IEEE Conference on Computer Applications (ICCA)* (pp. 1-5). IEEE.

LES PERSPECTIVES D'UN SYSTÈME FINANCIER SANS MONNAIE PHYSIQUE

Dr. Varujan Vosganian

Chercheur de l'Institut national de recherche économique

«Costin C. Kiritescu» de l'Académie roumaine,

Président de l'Union des écrivains roumains

Abstract

The share of cash in circulation within the total money supply has remained virtually unchanged in Romania over the past thirty years (17%). This is due to factors that are political (distrust of authorities), institutional (fears regarding the safety of bank deposits, cyber risk), financial (lack of investment resources in household budgets), economic (persistence of the informal economy), motivational (lack of incentive to save and invest), and social (privacy concerns), among others. At the same time, the share of cash payments has declined, with Romania ranking among the leading economies in this regard.

In a natural, unhindered evolution, the use of cash in circulation will persist at significant levels. Restricting cash usage would only be possible through legislative intervention targeting cash payments, drastically limiting them.

Résumé

La part du numéraire en circulation dans le total de la masse monétaire est restée pratiquement inchangée en Roumanie au cours des trente dernières années. Cela tient à des facteurs de nature politique (la méfiance envers les autorités), institutionnelle (la crainte concernant la sécurité des dépôts bancaires, le risque cyber), financière (le manque de ressources d'investissement dans le budget des ménages), économique (la persistance de l'économie non fiscalisée), motivationnelle (l'absence d'incitation à épargner et à investir), sociale (la protection de la vie pri-

vée), etc. En parallèle, la part des paiements en espèces (cash) a diminué, la Roumanie se situant parmi les économies de tête à cet égard.

Dans une évolution naturelle, sans entraves, l'utilisation du numéraire en circulation, dans une proportion significative, persistera. La restriction du numéraire ne serait possible que par une intervention législative sur les paiements en espèces (cash), leur limitation drastique — et non l'incitation de la population — étant la seule modalité de réduction des monnaies physiques.

Nos vies se déplacent de plus en plus de l'espace physique vers l'espace virtuel. En apparence, on pourrait croire que cette tendance est destinée à faciliter notre liberté de mouvement, sur le plan individuel, et à faciliter la gestion du risque, sur le plan institutionnel, monétaire. En fait, le passage du système financier dans l'espace virtuel a ses avantages, mais il s'accompagne en même temps de certaines transformations sur le plan comportemental qui peuvent faciliter, mais aussi alourdir ce processus. Une chose est certaine. Comme tout ce qui relève de l'espace virtuel, ce processus n'est pas un apanage de la liberté. Le cyberspace et son infrastructure routière, l'internet, ne sont pas des fournisseurs de liberté ; bien au contraire, utilisés à l'excès, ils peuvent contraindre les degrés de liberté. L'espace virtuel présente de multiples avantages liés à la suppression des frontières, à l'extension des cercles des sensations et perceptions, à l'enrichissement de la connaissance. Il a cependant aussi la particularité de dissiper l'espace intime. Dans un espace virtuel, une chambre n'a pas quatre murs, une cour n'a pas quatre murailles. Le quatrième mur, la quatrième muraille manque. Il est remplacé par un écran. Nos vies se déroulent comme si elles se passaient dans une vitrine à travers laquelle on peut observer presque tout de la vie d'un homme. Et quand je dis « presque tout », ce n'est qu'une question de temps avant que l'adjectif « presque », ne disparaisse. J'ai choisi cette introduction, qui n'a pas de fondement économique évident, précisément pour suggérer qu'un tel changement de paradigme, *turning point*, doit également prendre en compte les mutations sur le plan de la perception du monde (*Weltanschauung*), mutations face auxquelles peuvent exister les inerties d'un système bien plus complexe que le système monétaire, à savoir celles de la conscience.

Ce type d'arguments ne fera pas hésiter le processus de passage de la monnaie physique à la monnaie virtuelle. Les objectifs de nature économique sont faciles à formuler et leur atteinte peut être quantifiée, tandis que le niveau de confiance ou de confort de la société est, au niveau macro, abstrait, quantifiable seulement à travers des états intermédiaires tels que les questionnaires agrégés, difficilement classables dans les catégories économiques. Voyons cependant, tout d'abord, quel est l'état de fait. Dans notre analyse, le premier indicateur important est la masse monétaire au sens large (M3). Selon les données fournies par la Banque Nationale de Roumanie (BNR), celle-ci s'élevait, au 30 avril 2026, à 793 536,6 millions RON. La masse monétaire au sens restreint (M1) était de 475 779,2 millions RON, et le numéraire en circulation de 138 196,4 millions de lei.¹ Comme la masse monétaire au sens restreint comprend les disponibilités à court terme de la population, formées du numéraire en circulation et des comptes à vue, nous pouvons observer que le numéraire en circulation, par son impact sur le phénomène inflationniste et sur la circulation des marchandises, a un poids important, représentant 29% du total de la masse monétaire au sens restreint.

Compte tenu des tendances d'expansion des paiements par l'intermédiaire des comptes bancaires, sur fond d'une implication toujours plus grande de l'espace virtuel dans nos vies, nous nous serions attendus à ce que la part du numéraire en circulation diminue dans la période récente. On observe cependant qu'au cours de la dernière année, le rythme de croissance du numéraire en circulation a été plus élevé (7,8%) que celui de la masse monétaire au sens large (7,3%) et de la masse monétaire au sens restreint (6,3%), la différence provenant du fait que le pourcentage de croissance des dépôts *overnight* n'a été que de 5,7%.

Ce qui est surprenant, c'est que, malgré le développement du système bancaire et le poids des paiements par cartes et par comptes bancaires, la proportion du numéraire en circulation dans le total de la masse monétaire est restée inchangée ces dernières années. Voici ce que nous lisons dans un ouvrage de référence, signé par nul autre que le gouverneur de la BNR, Mugur

¹ <https://www.bnr.ro/25432-2026-04-27-indicatori-monetari-martie-2026>

Isărescu : « Le numéraire en circulation représentait 17,7% du total de la masse monétaire à la fin de l'année 1996. »² Rapportée à différentes périodes, l'évolution du numéraire en circulation a différé, devançant ou restant en retard sur la masse monétaire M1 ou M2. Selon le précédent rapport de la BNR, concernant l'année 2024, nous apprenons que le numéraire en circulation a augmenté de 14,2%³, ce qui signifie une croissance en termes réels de 7,36%, tandis que la masse monétaire au sens large a augmenté de 11,3%, ce qui signifie une croissance réelle de 5,9%.⁴

Une situation similaire s'est également enregistrée au début de la pandémie. Si l'année 2020 a conduit à des hausses historiques du numéraire en circulation (18,6% de plus qu'en 2019)⁵, l'impact de la pandémie, avec les restrictions de circulation, a conduit à la baisse du numéraire en circulation en 2021, la croissance étant inférieure de dix points de pourcentage à celle de l'année 2020.⁶

Dans l'ensemble cependant, comme le montrent les chiffres, la part du numéraire en circulation dans le total de la masse monétaire est restée inchangée. Ce qui montre que ni l'introduction des moyens modernes de paiement, ni le développement de l'internet et l'accroissement de son rôle dans la vie sociale n'ont changé la prédisposition de la population à détenir du numéraire.

Les raisons de la prédilection d'un segment important de la population pour la détention de numéraire et le paiement en espèces sont nombreuses. Un sondage effectué par la Banque Centrale Européenne révèle que l'argument le plus important avancé par les détenteurs de numéraire est la protection de la

2 Mugur Isărescu – Reflecții economice – Politici ale Băncii Naționale a României, p. 131, Éd. Academia Română, Centrul Român de Economie Comparată și Consens.

3 https://www.economica.net/bnr-valoarea-numerarului-aflat-in-afara-sistemului-ban-car-a-crescut-cu-142-in-2024_847886.html

4 <https://cursdeguvernare.ro/masa-monetara-a-crescut-cu-doua-cifre-in-2024-11-fluvii-de-bani-s-au-varsat-in-albia-consumului.html>

5 https://www.bnr.ro/uploads/publicatii/RAPORT%20ANUAL%202020_final.pdf

6 <https://www.bnr.ro/uploads/publicatii/RAPORT%20ANUAL%202021.pdf>

vie privée. Le deuxième argument important est lié au fait que l'utilisation de l'argent physique offre une meilleure image de ses propres dépenses, image qui, escamotée par l'utilisation du paiement par carte, peut ne pas être correcte et peut conduire à une perte de contrôle des dépenses. Un autre argument est que la détention de numéraire donne une image plus claire des ressources financières détenues et peut faciliter la décision de leur utilisation. Un autre argument est que le numéraire est utilisé dans davantage de circonstances. Il est vrai cependant que cet argument a pour contre-argument le fait que le paiement en espèces est, dans de plus en plus de situations, refusé, qu'il s'agisse de localités ou de la politique monétaire à l'échelle nationale (ex. Corée du Sud, Australie, Irlande, Grande-Bretagne)⁷ Un cas spécial est représenté par la Chine, où le paiement par l'intermédiaire des comptes bancaires est utilisé non seulement comme un moyen moderne de paiement, mais aussi comme un moyen d'évaluer le comportement social des contribuables et de l'influencer par le soi-disant "Système de crédit social", système qui inclut également une série de récompenses et de punitions, en fonction de la structure du panier de consommation.⁸ Le système semble néanmoins tentant aussi pour certains États occidentaux, l'envie de l'appliquer existant également, en essayant d'écarter les composantes qui affectent le comportement social et les libertés individuelles des personnes.⁹ D'autre argument concernant la prédilection pour la détention de numéraire et le paiement en espèces est le sentiment que ce type de paiement est plus aisé, plus rapide et plus sûr.¹⁰

Pour une économie comme l'économie roumaine, l'abandon du numéraire aurait ses avantages. Le premier découle du fait qu'une conversion du numéraire en masse monétaire détenue en dépôts bancaires accroîtrait les ac-

7 <https://www.visualcapitalist.com/ranked-countries-that-use-the-most-cash-in-2025/>

8 <https://www.businessinsider.com/china-social-credit-system-punishments-and-rewards-explained-2018-4>

9 <https://www.canada.ca/en/security-intelligence-service/corporate/publications/china-and-the-age-of-strategic-rivalry/big-data-and-the-social-credit-system-the-security-consequences.html>

10 <https://www.euronews.com/business/2025/10/05/keeping-cash-across-europe-which-countries-use-the-most>

tifs bancaires. La faible part des actifs bancaires dans le produit intérieur brut est l'une des causes de la faible capacité de refinancement des déficits à partir de ressources internes. Selon le Rapport annuel sur la stabilité financière élaboré par la BNR pour l'année 2025, le total des actifs bancaires représentait 49,7% du PIB, bien inférieur à la moyenne de l'Union européenne, de 210%, en fait à la dernière place, et à la moitié des économies voisines (Pologne, Hongrie ou Bulgarie).¹¹ Il est vrai que certaines appréciations triomphalistes signalent que, dans la période récente, le volume des actifs bancaires a augmenté, estimant cette croissance pour 2025 à 75,8 milliards RON¹², mais cela ne change en rien notre conclusion, car le PIB a augmenté, dans la même période, d'environ 150 milliards RON, ce qui fait que la part des actifs bancaires reste inchangée.¹³ La situation n'est pas meilleure si l'on prend également en considération la contribution du secteur financier non bancaire. La part du marché des assurances se situe autour de 2 % du PIB. Le même manque de pertinence s'observe aussi lorsque nous parlons du secteur des fonds d'investissement, y compris des fonds de pension à gestion privée, même si leur part dans le PIB a connu une croissance. Selon les données fournies par l'Autorité de Surveillance Financière, la part des organismes de placement collectif est de 3,05% du PIB, celle des fonds de pension à gestion privée de 10,94% et celle des sociétés d'assurance de 2,24%¹⁴

11 https://www.bnr.ro/uploads/2025-12-09raportasuprastabilitățiifinanciare_decembrie2025_documentpdf_545_1765374127.pdf, p. 13.

12 <https://bankingnews.ro/bnr-active-banci-2025-npl.html>

13 Je lis avec attendrissement un texte de 2004 qui se montrait particulièrement confiant dans la capacité du système bancaire à évoluer, estimant qu'en deux décennies la part du crédit non gouvernemental (le degré d'intermédiation financière) serait comparable au PIB (<https://www.lasig.ro/Intermedierea-financiara-97-din-PIB-in-2025-articol-100-25010.htm>). D'ailleurs, les prévisions optimistes n'ont pas manqué dans les évaluations économiques, surtout dans les années 2013 – 2014, lorsque nous étions très proches de remplir tous les critères de Maastricht concernant la compatibilité financière.

14 https://www.asfromania.ro/uploads/articole/attachments/69cac616eb151301718385.pdf?TSPD_101_R0=08cc9ed8fdab200003e5c581d32686e709ed58d536eb8eac0595e14b67a60b383576bf1a36cd18a608cec9db7a143000030cdedf18cc62ab5fcbb87aee07e1feb6bc3c-0c1793d97f9f48b84a078233f894310e05e03890e92a859a77304b092

L'accroissement des actifs bancaires et de ceux du secteur financier non bancaire aurait pour conséquence immédiate l'accroissement de la capacité de refinancement des déficits. Cet objectif constitue une priorité, dès lors que l'espace budgétaire est restreint, si nous comparons les recettes budgétaires aux contraintes budgétaires fortes (les charges salariales, les intérêts sur le paiement de la dette publique et la sécurité sociale). Voir le graphique ci-dessous :

Le refinancement du déficit budgétaire, lorsqu'il ne peut être réduit par des instruments de politique fiscale, se fait par l'intermédiaire de la dette publique. Si dans les années 2006 – 2008 les intérêts sur le paiement de la dette publique représentaient moins de 1% du PIB, leur niveau a atteint 2,6% et il continuera de croître. Le moment de rupture en ce qui concerne l'évolution de la dette publique a été l'année 2020, lorsque la dette publique a connu une croissance dramatique, de 358,8 milliards RON à 482,5 milliards RON, ce qui, en pourcentage, a signifié une hausse de 35,3% à 47,3%. Au moment où j'écris ces lignes, la dette publique de la Roumanie a dépassé 60% du PIB¹⁵. Il est vrai que ce niveau de la dette publique est inférieur à la moyenne de l'Union européenne (82%)¹⁶. Cependant, en dépassant le seuil de 60%, elle crée une vulnérabilité accrue, non seulement dans les conditions d'une capacité réduite de refinancement, mais aussi dans celles, corrélées à cette dernière, concernant la structure de cette dette, dans laquelle la composante externe de la dette représente plus de 50%.

L'absence de refinancement à partir de ressources internes fait que le refinancement se trouve dans un état chronique de concavité, la majorité des sommes étant attirées de l'étranger. Cet aspect affecte sérieusement les estimations concernant le risque pays. Le solde de la dette publique externe, selon le dernier rapport de la BNR, est de 126 930 millions d'euros. En proportion du total de la dette gouvernementale, la dette publique en monnaie étrangère

15 <https://agerpres.ro/economic/2026/02/18/nazare-despre-datoria-publica-depasirea-pragului-de-60-este-efectul-acumularilor-din-trecut-nu-al-de--1529228>

16 <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-euro-indicators/w/2-22012026-ap>

est de 56,28% (655,5 milliards RON sur un total de 1145,1 milliards).¹⁷ Par comparaison, les États-Unis d'Amérique ont une dette publique qui dépasse le PIB (125,5% par rapport au PIB). Malgré cela, les analyses de risque pays ne pénalisent pas les États-Unis, car sur le total de la dette gouvernementale, les créanciers internationaux détiennent moins de 15% de la dette publique, tandis que la dette publique détenue par des pays comme le Japon ou la Chine, les plus grands créanciers internationaux, a baissé de 15% en 2013 à 5% l'année dernière.¹⁸

L'accroissement des ressources en monnaie nationale pour la contraction de nouveaux emprunts, par la croissance des actifs du secteur bancaire et non bancaire et de l'incitation de la population à investir, est bénéfique et pourrait se réaliser y compris par la conversion du numéraire en monnaie scripturale.

La conversion du numéraire en circulation en comptes bancaires pourrait être un moyen d'accroître les ressources de financement du déficit budgétaire. Ce processus a cependant ses limites, dans la mesure où la structure des revenus et de la consommation de la population montre que la disponibilité des ménages à allouer des sommes de leurs revenus à l'épargne est réduite. L'Institut National de la Statistique (INS) nous offre des données concernant la relation entre les revenus des ménages et leurs dépenses. Les dernières données que l'INS met à notre disposition (pour l'ensemble de l'année 2025) montrent que les revenus monétaires mensuels moyens par ménage ont été de 9399 RON, soit 3782 RON/personne. Si l'on considère que ces revenus incluent également les revenus obtenus en nature (environ 6 % du total des revenus), ainsi que les subventions destinées à couvrir les dépenses liées aux

¹⁷ <https://mfinante.gov.ro/static/10/Mfp/buletin/executii/EvdatguvconformUERo032026.pdf>

¹⁸ https://www.conference-board.org/publications/explainer-us-national-debt?utm_term=&utm_campaign=TCB+General+Brand+Google+Grant&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3928428213&hsa_cam=22494991194&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gad_campaignid=22505036098&gbraid=0AAAAADJesSyt9mNYxKX-F07FYO-4Ese1cu&gclid=Cj0KCQjwjIPSBhCCARIsABGyK7txp3ASjwLZV4MBfJOyOnz9riXWv-t8UPmYTD4Ur5_ZzHjTiVqrJEf0aArlEALw_wcB

services publics, on peut supposer que les encaissements monétaires provenant de différentes sources sont même plus faibles. Par comparaison, les dépenses par ménage, dans lesquelles s'inclut, également, la contre-valeur de la consommation propre, ont été de 8037 RON (3051 RON/personne). Les dépenses totales ont représenté 85,5% des revenus totaux.¹⁹ La structure des dépenses montre que la grande majorité des dépenses sont dirigées vers la consommation de produits alimentaires (20%), non alimentaires (24,4%), de services (16,7%) et vers les impôts, contributions, cotisations, taxes (35,2%). Total 96,3%. Les dépenses destinées aux investissements occupent une part négligeable (0,5%).²⁰ Ce qui suggère que l'incitation à épargner et à investir est extrêmement réduite, et que les ressources disponibles sont, elles aussi, réduites.

Nous avons énuméré ci-dessus quelques raisons pour lesquelles, selon un sondage réalisé par la Banque Centrale Européenne, les citoyens européens ne renoncent pas à la détention de numéraire. En Roumanie, à ces raisons peuvent s'ajouter au moins deux autres. La première est liée à la part élevée de l'économie non fiscalisée. Selon une étude EY élaborée en mars 2025, la part de l'économie souterraine est en Roumanie (les données sont de 2023) de 13,1%, en baisse accentuée par rapport aux décennies passées, mais représentant néanmoins la part la plus élevée de l'Union européenne.²¹ Certaines sources indiquent des pourcentages encore plus élevés, allant jusqu'à 25 %. La deuxième raison est liée au niveau encore précaire d'éducation, et la troisième au degré de développement du réseau bancaire. Un autre argument apparu ces dernières années, à la suite des évolutions géopolitiques, est celui lié à la crainte du risque cyber et la proximité de la guerre en Ukraine.

L'un des objectifs de la réduction du numéraire en circulation est la réduction du risque de blanchiment d'argent. Dans le cas de la Roumanie, cependant, le risque majeur de blanchiment d'argent se concentre non pas tant sur

19 https://insse.ro/cms/sites/default/files/com_presa/com_pdf/abf_tr3r25.pdf

20 https://insse.ro/cms/sites/default/files/com_presa/com_pdf/abf_2025r.pdf

21 <https://www.ey.com/content/dam/ey-unified-site/ey-com/en-gl/insights/tax/documents/ey-gl-shadow-economy-report-02-2025.pdf>

l'utilisation du numéraire en circulation que sur le transit du territoire par des flux transfrontaliers de numéraire, facilités aussi par l'ouverture des frontières avec l'Ukraine et par l'intégration de la Roumanie dans l'espace Schengen.²²

En conséquence, la part du numéraire en circulation n'a pas diminué au cours des trente dernières années. Cette information doit être corroborée par une autre, à savoir la part des paiements en espèces dans le total des paiements. Nous constaterons que la part des paiements en espèces dépasse celle du numéraire en circulation, les estimations pour la proportion des paiements en espèces variant entre 20%²³ et 26%²⁴. On peut ainsi observer que la part des paiements en espèces est relativement réduite, la Roumanie se situant parmi les États aux parts les plus faibles, par rapport à la moyenne de la zone euro, par exemple, qui est de 52%, des États comme l'Allemagne, l'Espagne, l'Autriche ou l'Italie ayant des parts supérieures à la moyenne.²⁵ Comme le montre la planche à la fin de l'étude,²⁶ la part des paiements en espèces est très différente selon les économies. Il est vrai que les États où la part des paiements en espèces dépasse 70% disposent de niveaux de développement économique plus faibles, tandis que les économies où la part des paiements en espèces est plus réduite sont, en général, des économies développées. Mais, en allant vers le milieu du classement, on constate que de telles corrélations n'ont plus de pertinence. Les différences ne tiennent pas compte des réalités politiques ou économiques, du degré de développement économique ou informatique, ni des mentalités. Certaines études vont jusqu'à lier la préférence pour les espèces aux conditions climatiques.²⁷

22 https://mfinante.gov.ro/despre-minister/-/asset_publisher/uwgr/content/corpul-de-control-al-ministerului-finan-c8-9belor-aproape-2-mld.-euro-c3-aen-numerar-au-tranzitat-frontiere-le-rom-c3-a2niei-c3-aen-perioada-2024-2025.

23 <https://www.visualcapitalist.com/ranked-countries-that-use-the-most-cash-in-2025/>

24 <https://www.forex.se/en/travel/forex-index/cash-index/>

25 <https://www.euronews.com/business/2025/10/05/keeping-cash-across-europe-which-countries-use-the-most>

26 <https://www.visualcapitalist.com/ranked-countries-that-use-the-most-cash-in-2025/>

27 <https://uk.finance.yahoo.com/news/future-cash-much-money-europeans-060105203.html>. Voici ce que dit le professeur polonais Jakub Górka, dans le cadre d'Euronews Business : Les pays du sud de l'Europe, caractérisés par un climat plus chaud et par l'habitude d'effec-

Au niveau de l'Union européenne a été adopté le Règlement 2024/1624, en tant que mesure importante du paquet de réduction du risque de blanchiment d'argent et de financement du terrorisme. En application de celui-ci a été adoptée la mesure selon laquelle, à partir du 1er juillet 2027, les paiements en numéraire, sur le territoire de l'Union européenne, seront limités à 10 000 euros. La disposition n'est pas destinée à limiter le numéraire en circulation, mais la part des paiements en espèces. Une autre mesure envisagée par le Parlement européen est l'euro numérique, une monnaie numérique de banque centrale qui fonctionnerait tant en ligne que hors ligne.

tuer des échanges et des transactions plus fréquemment par des interactions directes, sont naturellement plus orientés vers l'utilisation du numéraire, tandis que les pays du nord – comme ceux de Scandinavie – ont historiquement manifesté une tendance plus prononcée à passer rapidement aux services bancaires électroniques et aux paiements sans numéraire.»

LA SUBJETIVIDAD EN LOS PROCESOS DE RELACIÓN

Dra. Ana Maria Gil-Lafuente
*Académica de Número de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Introducción

Una breve mirada en la historia permite constatar la continua búsqueda de vínculos existentes entre los fenómenos que nos rodean para gestionar mejor nuestro entorno y acertar en la adopción de decisiones. Como consecuencia de la constatación de estos vínculos se han intentado establecer relaciones de causalidad entre los elementos que las provocan.

Estos procesos de relación que se hallan presentes en todos los fenómenos que acontecen tienen lugar como consecuencia de un cúmulo atomizado de conexiones que explican el funcionamiento de los sistemas.

Desde que el ser humano intuye y percibe que existen vínculos entre los elementos y fenómenos que le rodean; y que también tienen lugar consecuencias como resultado de las decisiones que toma, ha intentado, desde la noche de los tiempos, encontrar patrones para controlar estos procesos.

Desde hace siglos se han sucedido diferentes intentos de predecir las consecuencias de cualquier acontecimiento o decisión adoptada. Pero no es hasta bien avanzado el siglo XX con la propuesta de las *ecuaciones estructurales*, que se inicia el camino hacia una modelización robusta.

El *modelo de ecuaciones estructurales* es una técnica para analizar y estimar relaciones complejas entre variables, incluyendo variables observables y variables latentes a partir de datos estadísticos. El objetivo es estimar re-

laciones causales o de dependencia entre variables combinando el análisis factorial con la regresión lineal para probar el grado de ajuste de una serie de datos observados.

Pero la aportación más significativa que tuvo lugar en 1988 con la publicación del trabajo de Kaufmann y Gil Aluja sobre la *Teoría de los Efectos Olvidados* fue la de plantear una metodología más generalizada, flexible y abierta a cualquier tipo de aritmética y operativa. Como principio fundamental rige la idea de cuantificar las relaciones de causalidad existentes entre los fenómenos que actúan en red. En este planteamiento subyace la necesidad de establecer una medida, por tanto, no sólo de la incidencia directa que unos fenómenos pueden ejercer sobre otros de forma directa y secuencial, sino de todo el entramado de relaciones indirectas con otros efectos interpuestos, que en ocasiones pueden potenciar o inhibir la incidencia, y se hallan afectados en forma de red.

Este desarrollo se ha sustentado en base a la aritmética matricial porque permite la incorporación de cualquier tipo de operativa, tanto numérica como no numérica, lineal como no lineal, y facilita la composición y la acumulación de los efectos producidos por la incidencia existente entre las variables.

Por otra parte, en el proceso de cálculo matricial para obtener las relaciones de causalidad reales (esto es, tanto los efectos directos como los indirectos afectados por elementos interpuestos), se ha incorporado el concepto de composición max-min. Se trata de un operador que permite la acumulación de incidencias entre elementos o fenómenos con la virtud de mantener siempre acotado el recorrido del referencial numérico. Este recorrido queda establecido en el intervalo $[0, 1]$.

Como consecuencia del enorme desarrollo y auge de la *lógica fuzzy*, la *Teoría de los Efectos Olvidados* ha incorporado los principios que generalizan y flexibilizan cualesquiera tipos de datos o informaciones, sean objetivas, subjetivas o híbridas. Ello permite contar con unos instrumentos mucho más

adaptativos a los rápidos y en ocasiones convulsos cambios del entorno en el que interactuamos.

La Teoría de los Efectos Olvidados es un modelo nacido en herencia de otros planteamientos que le han precedido a su vez pioneros en su momento y que ha pretendido incorporar valor para hacerlo más útil para adaptarlo a los constantes cambios y situaciones del entorno.

La complejidad de los sistemas hace inviable su comprensión y explicación únicamente mediante leyes deterministas, sustentadas y desarrolladas en base a proyecciones. Ha hecho falta, y hará falta todavía, una gran dosis de imaginación para romper con los lazos que nos atenazan con el pasado, colocando en su lugar instrumentos portadores de un gran arsenal descriptivo de situaciones inciertas.

En el epicentro de la encrucijada neogeometrismo-neodarwinismo se halla una querella que data de más de dos mil años. En efecto, Aristóteles (384-322 a.C.) señalaba que *las proposiciones, sean positivas o negativas, son por necesidad verdaderas o falsas. Y de las proposiciones que se oponen contradictoriamente debe ser una verdadera y una falsa*. En esta misma línea se situaba el pensamiento de los estoicos a cuya figura central, Crisípides (Crisipo de Solos) (¿281? -208 a.C.), se le atribuye la formulación del llamado *principio del tercio excluso* (una proposición, o es verdadera o es falsa).

Tienen que transcurrir veintidós siglos para que Lukasiewicz señalara que existen proposiciones que no son ni verdaderas ni falsas, sino *indeterminadas*. Esto le permite enunciar su *principio de valencia* (cada proposición tiene un valor de verdad). Se inicia, así, el camino para las llamadas lógicas multivalentes.

Con ocasión del Congreso Internacional S.I.G.E.F. de Buenos Aires en 1996, el profesor Gil Aluja enunció el *principio de la simultaneidad gradual* (toda proposición puede ser a la vez verdadera y falsa, a condición de asig-

nar un grado a su verdad y un grado a su falsedad). Numerosos grupos de investigación pertenecientes a universidades de los cinco continentes han aceptado el testigo y están trabajando, hoy, en las distintas ramas del árbol de la ciencia.

En efecto, al amparo del principio de la simultaneidad gradual, las lógicas multivalentes han permitido el nacimiento y desarrollo de una metodología potente capaz de ser empleada en todos los ámbitos del conocimiento. Y partir de esta metodología se ha hecho posible la elaboración de instrumentos operativos de gestión, en forma de modelos y algoritmos, que constituyen el enlace entre la matemática pura de la incertidumbre y las distintas áreas del conocimiento. En efecto, si se dispone de una adecuada metodología y unos modelos y algoritmos suficientemente flexibles y adaptativos, se ha abierto el camino para la investigación y aplicación en materias pertenecientes a ámbitos tan diversos como pueden ser las ciencias sociales, las ciencias de la salud, las ciencias experimentales o las humanidades.

La *Teoría de los Efectos Olvidados* surgió por la necesidad de poder medir las relaciones de causalidad que tienen lugar en el continuo proceso de interacción entre todos los fenómenos que nos rodean. Pero en este punto nos encontramos con dos tipos de medida: la objetiva, cuando se basa en magnitudes observables y reproducibles (peso, altura, temperatura...); y la subjetiva, si depende de la percepción, juicio o experiencia del observador (dolor, satisfacción, bienestar...)

En ocasiones esta interacción es observable y constatable, ya sea por su intensidad o debido a que se trata de magnitudes o fenómenos bien conocidos o controlados por el decisor. Pero en otras ocasiones, es posible que estas interacciones entre fenómenos no sean evidentes por existir otros elementos interpuestos que impidan que sean evidenciados.

La necesidad de medir estas incidencias es consecuencia del hecho por el cual nos hallamos continuamente tomando decisiones. Y para no errar en

este proceso de toma de decisiones es necesario disponer de la máxima información posible. En este sentido, la *Teoría de los Efectos Olvidados* pretende establecer una cuantificación del nivel en que una variable o fenómeno afecta al resto de variables o fenómenos objeto de análisis.

Y aquí de nuevo nos podemos encontrar con dos tipos de cuantificación: la objetiva, que nos permite incorporar directamente el resultado de las observaciones en forma numérica; y la subjetiva, más habitual en los estudios, pero que requiere un proceso más o menos complejo para traducir la experiencia subjetiva en respuestas numéricas.

Este procedimiento para transformar experiencias subjetivas en asignaciones numéricas subjetivas se suele realizar mediante una gran variedad de escalas, cuestionarios o variables latentes. Así, es posible cuantificar el bienestar o el dolor a través de ítems o puntuaciones, previamente bien definidas, que capturan percepciones. Pero esto no elimina la subjetividad original, sino que la convierte en comparable y analizable.

Aunque lo ideal sería poder disponer de absolutamente toda la red de interacciones entre todos los fenómenos y variables que nos rodean, y poder así, trabajar bajo condiciones de certeza, bien es cierto que este proceso se desarrolla con la limitación de los elementos e interconexiones conocidas susceptibles de cuantificar en la medida de lo factible.

Es por ello por lo que todas las aportaciones e investigaciones recientes desarrolladas en el entorno de la *Teoría de los Efectos Olvidados* van encaminadas a tratar de una forma más eficiente todo el elenco de datos e informaciones de que se disponen, independientemente de su expresión. En este contexto han tomado carta de relevancia los procesos numéricos y no numéricos en los límites aceptables para que las relaciones de causalidad adquieran un razonable nivel de significación. Y es en esta línea donde la *fuzzy logic* está desarrollando, y va a seguir haciéndolo en el futuro, un papel fundamentalmente relevante.

Objetivos

Con las metodologías que se van desarrollando se hace posible llegar a cuantificar elementos, y por tanto sus relaciones de causalidad, con mucha más coherencia y representatividad. Al modelo original se incorporan técnicas de agregación, de ordenación, de parametrización, de hibridación, de ponderación, tanto en el ámbito numérico como en el no numérico.

Ello permite, por una parte, cuantificar fenómenos y variables antes imposibles de medir. Por otra parte, explica mejor las interconexiones entre los elementos así como pone de relieve aquellos que actúan de puente potenciando la incidencia. Las nuevas metodologías incorporadas permiten también una mejor coherencia en la explicación de los resultados.

El objetivo último de la *Teoría de los Efectos Olvidados* es hacer más eficiente la adopción de decisiones en base a la mayor información posible. Una de las cuestiones más complejas de conocer es en qué medida las variaciones producidas sobre un fenómeno o variable pueden repercutir sobre otros fenómenos o variables pertenecientes a su red de interconexión.

Finalmente cabe señalar que existen una infinidad de líneas de trabajo para implementar en muchos otros campos, tales como en los procesos de diagnóstico, en la selección de estrategias, en la asignación de medios financieros, a lo que podría seguir una larga lista de aplicaciones prácticas. Allí donde haya una decisión que tomar entre diversas alternativas, será necesario analizar en qué medida la adopción de una determinada decisión va a condicionar y afectar los elementos que conforman su entorno, en qué medida y a través de qué elementos interpuestos. Conocer este cúmulo de informaciones puede resultar muy útil para la adecuación de los recursos.

Planteamiento metodológico

En 1988, los profesores Kaufmann y Gil Aluja, a partir de intensos estudios sobre las relaciones de incidencia o causalidad, establecen la denominada

Teoría de los Efectos Olvidados. Este modelo permite establecer un marco para obtener todas las relaciones directas e indirectas entre elementos, recuperando aquellas incidencias que inicialmente podrían no haberse considerado, en todo o en parte, bien por no tratarse de relaciones evidentes, bien por un error en la estimación inicial.

Este planteamiento determina que todos los eventos, fenómenos y hechos que nos rodean forman parte de algún tipo de sistema o subsistema en el que prácticamente toda actividad queda sometida a algún tipo de incidencia causa-efecto. A pesar de la existencia de un gran número de herramientas que permiten medir este tipo de conexiones entre elementos, siempre surge la posibilidad de dejar de considerar algunas relaciones de causalidad que no siempre resultan explícitas y normalmente no son percibidas directamente. Es habitual la existencia de relaciones de incidencia que quedan ocultas por tratarse de efectos sobre otros efectos, o causas sobre otras causas, existiendo una acumulación de elementos intermedios (que pueden ser causas o efectos) que las provocan. Para poder cuantificar de la forma más acertada posible la existencia de las conexiones entre elementos es preciso apoyarse en herramientas sobre las cuales se pueda trabajar con todas las informaciones y poder contrastar los resultados con los obtenidos del entorno para hacer aflorar las relaciones de causalidad directas e indirectas realmente existentes.

El concepto de incidencia (Gil Lafuente, 2001) se puede asociar a la idea de función y se encuentra presente en todas las acciones de los seres vivos. Precisamente en todos los procesos de naturaleza secuencial, donde las incidencias se transmiten de forma encadenada y en red, resulta habitual la omisión de alguna etapa o conexión. Cada olvido lleva como consecuencia efectos secundarios que van repercutiendo en toda la red de relaciones de incidencia en una especie de proceso combinado, agregado y acumulativo.

La incidencia es un concepto eminentemente subjetivo, normalmente difícil de medir, pero su análisis permite mejorar la acción razonada y la toma de decisiones. Para proceder, a grandes rasgos, a mostrar el funcionamiento

de la *Teoría de los Efectos Olvidados*, se van a plantear brevemente sus fundamentos metodológicos. Si se dispone de dos conjuntos de elementos:

$$A = \{a_i / i = 1, 2, \dots, n\}$$

$$B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}$$

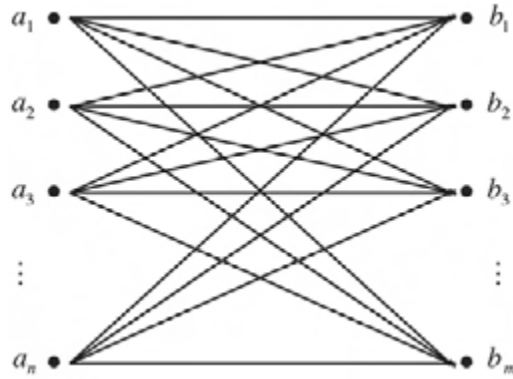
Se dirá que hay una incidencia de a_i sobre b_j si el valor de la función característica de pertenencia del par (a_i, b_j) está valuado en $[0, 1]$, es decir:

$$\forall (a_i, b_j) \Rightarrow \mu(a_i, b_j) \in [0, 1]$$

El conjunto de pares de elementos valuados definirá la que se denomina *matriz de incidencias directas*, la cual muestra las relaciones de causa-efecto que se producen con diferente grado entre los elementos del conjunto A (causas) y los elementos del conjunto B (efectos):

	$\curvearrowright$	b_1	b_2	b_3	b_4		b_j
a_1		$\mu_{a_1 b_1}$	$\mu_{a_1 b_2}$	$\mu_{a_1 b_3}$	$\mu_{a_1 b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_1 b_j}$
a_2		$\mu_{a_2 b_1}$	$\mu_{a_2 b_2}$	$\mu_{a_2 b_3}$	$\mu_{a_2 b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_2 b_j}$
a_3		$\mu_{a_3 b_1}$	$\mu_{a_3 b_2}$	$\mu_{a_3 b_3}$	$\mu_{a_3 b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_3 b_j}$
a_4		$\mu_{a_4 b_1}$	$\mu_{a_4 b_2}$	$\mu_{a_4 b_3}$	$\mu_{a_4 b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_4 b_j}$
a_5		$\mu_{a_5 b_1}$	$\mu_{a_5 b_2}$	$\mu_{a_5 b_3}$	$\mu_{a_5 b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_5 b_j}$
		$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
a_i		$\mu_{a_i b_1}$	$\mu_{a_i b_2}$	$\mu_{a_i b_3}$	$\mu_{a_i b_4}$	$\dots$	$\mu_{a_i b_j}$

Esta matriz también puede ser representada por el grafo de incidencia asociado, que en el caso en que su función característica de pertenencia fuera nula quedaría eliminado el arco que une los elementos del conjunto A y los elementos del conjunto B :



El conjunto de incidencias que muestran las relaciones causa-efecto que tienen lugar entre dos conjuntos de elementos representa la *matriz de incidencias directas* (o también denominada matriz de primer orden). Es aquella que inicialmente ha sido considerada en el momento de establecer las repercusiones que tienen unos elementos sobre otros. De hecho, es la primera etapa en el planteamiento del modelo que permitirá recuperar diferentes niveles de incidencia entre elementos que no han sido detectados o han sido sencillamente olvidados a priori. Suponiendo, por ejemplo, que aparece un tercer conjunto de elementos tal que:

$$C = \{c_k / k = 1, 2, \dots, z\}$$

el cual está formado por elementos que actúan como efectos del conjunto B , es decir:

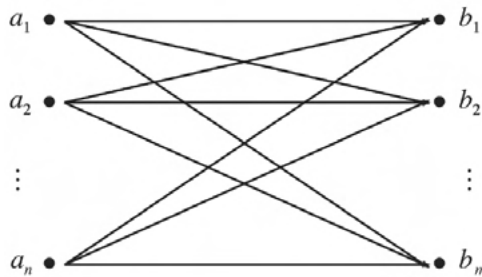
$$N = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{array} \begin{array}{c} c_1 \quad c_2 \quad \dots \quad c_z \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} & \dots & \mu_{b_1 c_z} \\ \hline \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} & \dots & \mu_{b_2 c_z} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} & \dots & \mu_{b_m c_z} \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}$$

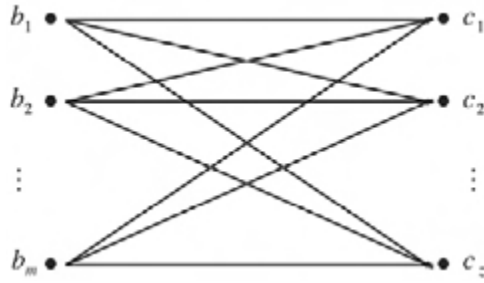
Entonces se obtendrán dos matrices de incidencias, que tendrán los elementos del conjunto B en común:

$$M = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{array} \begin{array}{cc} b_1 & b_2 \\ \hline \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} \\ \hline \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} \\ \hline \dots & \dots \\ \hline \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} \end{array} \dots \begin{array}{c} b_m \\ \hline \mu_{a_1 b_m} \\ \hline \mu_{a_2 b_m} \\ \hline \dots \\ \hline \mu_{a_n b_m} \end{array} \end{array}$$

$$N = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{array} \begin{array}{cc} c_1 & c_2 \\ \hline \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} \\ \hline \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} \\ \hline \dots & \dots \\ \hline \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} \end{array} \dots \begin{array}{c} c_z \\ \hline \mu_{b_1 c_z} \\ \hline \mu_{b_2 c_z} \\ \hline \dots \\ \hline \mu_{b_m c_z} \end{array} \end{array}$$

Los grafos de las incidencias asociados a cada una de las dos matrices serían los siguientes:





Es decir, existen dos relaciones de incidencia tal como se muestra a continuación:

$$M \subset A \times B \quad \text{y} \quad N \subset B \times C$$

El operador matemático utilizado que permite establecer las incidencias de A sobre C es la composición max-min. De hecho, cuando se plantean tres relaciones de incidencia inciertas:

$$M \subset A \times B, \quad N \subset B \times C, \quad P \subset A \times C$$

el producto de la composición es:

$$M \circ N = P$$

donde el símbolo $\circ$ representa precisamente la composición max-min. La composición de dos relaciones inciertas es tal que:

$$\forall (a_i, c_z) \in A \times C:$$

$$\mu(a_i, c_z)_{M \circ N} = V_{bj} (\mu_M(a_i, b_j) \wedge \mu_N(b_j, c_z))$$

Se puede afirmar que la matriz de incidencia P define las relaciones de causalidad entre los elementos del primer conjunto A y los elementos del tercer conjunto C , en la intensidad o grado que comporta el considerar los elementos pertenecientes al conjunto B .

Relaciones de causalidad directas e indirectas

Después de un breve análisis de la metodología empleada para conocer las relaciones de incidencia habiendo considerado tres conjuntos de elementos, es preciso plantear unas herramientas dirigidas a conocer las relaciones de causa-efecto que quedan ocultas cuando se realiza un estudio de causalidad entre diferentes fenómenos. Se inicia el planteamiento con la existencia de una relación de incidencia directa, es decir, una matriz causa-efecto definida por dos conjuntos de elementos:

$$A = \{a_i / i = 1, 2, \dots, n\}, \text{ que actúan como causas}$$

$$B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}, \text{ que actúan como efectos}$$

y una relación de causalidad M definida por la matriz:

$$[M] = \left\{ \mu_{a_i b_j} \in [0, 1] / i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \right\}$$

siendo las $\mu_{a_i b_j}$ las funciones características de pertenencia de cada uno de los elementos de la matriz $[M]$ (formada por las filas correspondientes a los elementos del conjunto A -causas- y las columnas correspondientes a los elementos del conjunto B -efectos-). Se puede decir, entonces, que la matriz $[M]$ está compuesta por las estimaciones realizadas en torno a todos los efectos que los elementos del conjunto A ejercen sobre los elementos del conjunto B . Cuanto más significativa es esta relación de incidencia, más elevada será la valoración asignada a cada uno de los elementos de la matriz. En este caso, dado que se ha partido del hecho de que la función característica de pertenencia debía situarse en el intervalo $[0, 1]$, se entiende que cuanta más alta sea la relación de

incidencia, más cercana a 1 resultará la valuación asignada. Y al revés, cuanto más débil se considere una relación de causalidad entre dos elementos, más se aproximará a 0 la valuación correspondiente. Hay que recalcar el hecho de que esta matriz inicial $[M]$ está elaborada a partir de las relaciones causa-efecto directas; es decir, de primera generación. El objetivo se basa en obtener una nueva matriz de incidencias pero que refleje, no sólo las relaciones de causalidad directas, sino aquellas que, a pesar de no ser evidentes, existen y a veces son fundamentales y determinantes para la apreciación de fenómenos. Para alcanzar este objetivo es necesario establecer los dispositivos que hagan posible el hecho de que diferentes causas puedan tener efectos sobre sí mismas y, al mismo tiempo, tener en cuenta que determinados efectos también pueden dar lugar a incidencias sobre ellos mismos. Por esta razón será necesario construir dos relaciones de incidencias adicionales, las cuales recogerán los posibles efectos que se deriven de relacionar causas entre sí, por un lado, y efectos entre sí, por otro. Estas dos matrices auxiliares son definidas como sigue:

$$[A] = \left\{ \mu_{a_i a_j} \in [0, 1] / i, j = 1, 2, \dots, n \right\}$$

$$[B] = \left\{ \mu_{b_i b_j} \in [0, 1] / i, j = 1, 2, \dots, m \right\}$$

La matriz $[A]$ recoge las relaciones de incidencia que se pueden producir entre cada uno de los elementos que actúan como causas, y la matriz $[B]$ lo hace respectivamente entre los elementos que actúan como efectos. Tanto $[A]$ como $[B]$ coinciden en el hecho de que ambas son matrices reflexivas, es decir:

$$\mu_{a_i a_j} = 1 / i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\mu_{b_i b_j} = 1 / i, j = 1, 2, \dots, m$$

Y ello se traduce en el hecho de que un elemento, sea causa o efecto, incide con la máxima presunción sobre sí mismo.

En contrapartida ni $[A]$ ni $[B]$ son matrices simétricas; es decir:

$$\mu_{a_i a_j} \neq \mu_{a_j a_i}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$\mu_{b_i b_j} \neq \mu_{b_j b_i}, i, j = 1, 2, \dots, m$$

Una vez construidas las matrices $[M]$, $[A]$ y $[B]$, esto es, la matriz de efectos directos y las dos auxiliares, ha de procederse al establecimiento de toda incidencia directa e indirecta entre los elementos considerados, es decir, incidencias en las que, a la vez, interviene alguna causa o efecto interpuesto. Para ello se va a proceder a la composición max-min de las tres matrices:

$$[A] \circ [M] \circ [B] = [M^*]$$

El orden en la composición debe permitir hacer coincidir siempre el número de elementos de las filas de la primera matriz con el número de elementos de las columnas de la segunda matriz. El resultado obtenido será una nueva matriz $[M^*]$ que recoge las incidencias entre causas y efectos de segunda generación, es decir, las relaciones causales iniciales afectadas por la posible incidencia interpuesta de alguna causa o algún efecto. En este sentido se tendría:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \curvearrowright a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_n \\
 a_1 \begin{bmatrix} 1 & \mu_{a_1 a_2} & \dots & \mu_{a_1 a_n} \end{bmatrix} \\
 a_2 \begin{bmatrix} \mu_{a_2 a_1} & 1 & \dots & \mu_{a_2 a_n} \end{bmatrix} \\
 \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 a_n \begin{bmatrix} \mu_{a_n a_1} & \mu_{a_n a_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{array} \quad
 \begin{array}{c} \curvearrowright b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\
 a_1 \begin{bmatrix} 1 & \mu_{a_1 b_2} & \dots & \mu_{a_1 b_m} \end{bmatrix} \\
 a_2 \begin{bmatrix} \mu_{a_2 b_1} & 1 & \dots & \mu_{a_2 b_m} \end{bmatrix} \\
 \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 a_n \begin{bmatrix} \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{array} \circ
 \begin{array}{c} \curvearrowright b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\
 b_1 \begin{bmatrix} 1 & \mu_{b_1 b_2} & \dots & \mu_{b_1 b_m} \end{bmatrix} \\
 b_2 \begin{bmatrix} \mu_{b_2 b_1} & 1 & \dots & \mu_{b_2 b_m} \end{bmatrix} \\
 \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 b_m \begin{bmatrix} \mu_{b_m b_1} & \mu_{b_m b_2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{array} =
 \end{array}$$

$[A]$
 $[M]$
 $[B]$

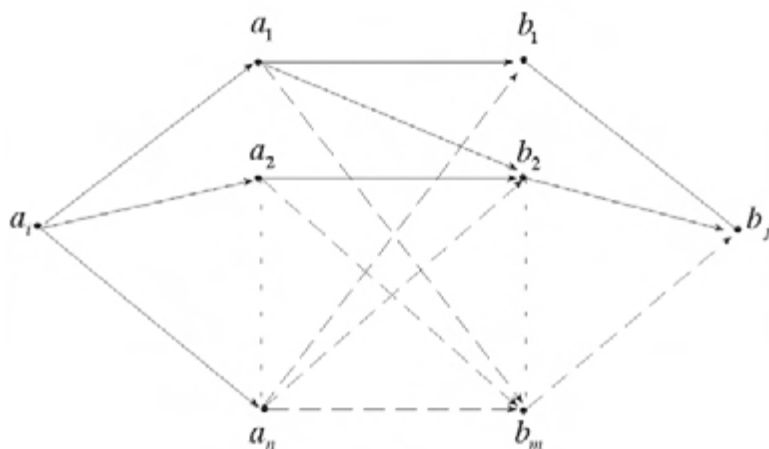
$$\begin{array}{c}
 \curvearrowright \quad b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\
 \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1}^* & \mu_{a_1 b_2}^* & \dots \\ \hline \mu_{a_2 b_1}^* & \mu_{a_2 b_2}^* & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{a_n b_1}^* & \mu_{a_n b_2}^* & \dots \\ \hline \end{array} \\
 = \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1}^* & \mu_{a_1 b_2}^* & \dots \\ \hline \mu_{a_2 b_1}^* & \mu_{a_2 b_2}^* & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{a_n b_1}^* & \mu_{a_n b_2}^* & \dots \\ \hline \end{array} \\
 \quad \quad \quad [M^*]
 \end{array}$$

Por tanto, la diferencia entre la matriz de los efectos de segunda generación y la matriz de incidencias directas permitirá conocer el grado en que algunas relaciones de causalidad han sido olvidadas u obviadas:

$$[O] = [M^*] - [M]$$

$$\begin{array}{c}
 \curvearrowright \quad b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\
 \begin{array}{c} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{array} \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1}^* - \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2}^* - \mu_{a_1 b_2} & \dots \\ \hline \mu_{a_2 b_1}^* - \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2}^* - \mu_{a_2 b_2} & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{a_n b_1}^* - \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2}^* - \mu_{a_n b_2} & \dots \\ \hline \end{array} \\
 [O] = \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1}^* - \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2}^* - \mu_{a_1 b_2} & \dots \\ \hline \mu_{a_2 b_1}^* - \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2}^* - \mu_{a_2 b_2} & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{a_n b_1}^* - \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2}^* - \mu_{a_n b_2} & \dots \\ \hline \end{array}
 \end{array}$$

También es posible conocer, a partir del grado de olvido de alguna incidencia, el elemento (causa o efecto) que hace de enlace y que de alguna forma permite establecer un vínculo a simple vista inexistente. Para ello sólo hay que seguir los pasos realizados a partir de la composición max-min de las matrices señaladas anteriormente:



Cabe decir, finalmente, que cuanto más elevado es el valor de la función característica de pertenencia de la matriz $[O]$, más elevado es el grado de olvido producido en la relación de incidencia inicial. Esto se traduce en el hecho de que las implicaciones derivadas de unas incidencias no consideradas ni tenidas en cuenta en su justa intensidad pueden dar lugar a unas actuaciones erróneas o, como mínimo, mal estimadas.

La *Teoría de los Efectos Olvidados* aporta un modelo de naturaleza secuencial que permite introducir las relaciones de causalidad al estudio de toda la fenomenología que afecta a la actividad de los sistemas que nos rodean, siendo una herramienta útil para ser utilizada en los procesos en red. La combinatoria generada entre los diferentes elementos que forman parte directa o indirecta del entorno afecta de forma decisiva en la adopción de decisiones. El hecho de no considerar las relaciones de causalidad ocultas o indirectas existentes en un sistema interconectado puede provocar errores irreversibles en las estimaciones de las variables consideradas

Conclusiones

La operativa con matrices tiene muchas ventajas, entre las cuales se halla la posibilidad de poder trabajar con un número muy elevado de variables. Además, se trata de un instrumento muy flexible que permite incorporar datos, funciones o expresiones numéricas de distinta naturaleza.

Pero lo que realmente hizo surgir la idea de matriz fue la secuencia de enlace de ideas y planteamientos que Kaufmann y Gil Aluja vislumbraron al entrar en contacto con manuscritos antiguos y desvencijados que hacían referencia a la obra de Ramon Llull. En su *Ars Magna*, este monje mallorquín del siglo XII hacía referencia a una máquina en la que diferentes dispositivos en forma de rueda con engranajes hacían posible la comparación entre grupos de elementos de distinta naturaleza.

De esta idea sugirió, en primer lugar, la utilización de matrices como soporte de la información; y en segundo lugar la utilización del operador max-min para el proceso de comparación y acumulación de variables. Frente a otros operadores, el max-min tiene la ventaja de que, por su propia estructura, permite que el resultado de la comparación y acumulación de valores permanezca en los límites del recorrido $[0,1]$.

Por otra parte, la propia lógica del razonamiento evidencia que el operador max-min (que consiste en tomar la opción más favorable de entre todas las opciones desfavorables consideradas tras la comparación entre elementos, es decir, el máximo entre todos los mínimos) se plantee como el operador que representa la prudencia en el proceso de adopción de decisiones. Un decisor prudente considera siempre el peor escenario de todas las opciones posibles y luego se decanta por la mejor de ellas.

Por otra parte, cabe señalar que, en su planteamiento inicial, este modelo propuso un concepto que entonces rompió con la dinámica investigadora de la época. Si las herramientas clásicas trataban la operativa con matrices a

partir de operadores lineales tales como el producto, el modelo de efectos olvidados introdujo la composición max-min de matrices como operador no lineal.

La idea subyacente era hacer que los resultados incorporaran la información de forma acumulada entre unos límites (concretamente entre 0 y 1) de los efectos de causalidad que en un proceso comparativo podían ir incrementándose relativamente pero no proporcionalmente. Ello se debe a que en procesos secuenciales en los que se comparan una serie de elementos relacionados entre sí pueden existir relaciones de causalidad potenciadas o compensadas por elementos interpuestos en forma de causas o en forma de efectos. La utilización de la composición max-min resultó entonces muy útil para describir el proceso de acumulación de efectos y mantener todos los resultados en el intervalo $[0,1]$.

A pesar de tratarse de una herramienta que dio un salto cualitativo importantísimo en el ámbito de la toma de decisiones, el libro de los profesores Kaufmann y Gil Aluja no fue más que el principio de una línea de investigación que con el tiempo iría incrementando sus posibilidades tanto a nivel teórico-metodológico como a nivel de aplicación práctica.

El modelo original contempla la construcción de las matrices con valores pertenecientes a la escala endecadaria (once valores equidistantes entre el 0 y el 1, ambos incluidos). Con el tiempo, estos valores o informaciones contenidos en las matrices han dejado paso a procesos de agregación más o menos complejos, variables lingüísticas y todo tipo de valores numéricos y no numéricos que surgen, en ocasiones, de complejos procesos operativos. En este sentido la fuzzy logic ha resultado ser una muy buena aliada en esta tarea.

Referencias

- Gil Aluja, J. (1996, November). Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión. In *Publicado en el III Congreso de la Sociedad Internacional de Gestión y Economía Fuzzy*.
- Gil Aluja, J. (1999). Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre. Ed. Milladoiro.
- Kaufmann, A., & Aluja, J. G. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*.
- Kaufmann, A., & Aluja, J. G. (1988). *Modelos para la investigación de efectos olvidados*. Milladoiro.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), pp. 338-353.

THE BALKAN PUZZLE: WILL IT TURN TO A STABILITY AND DEVELOPMENT POLE?

Dr. Eugen Dijmărescu¹

*Senior Researcher, “Costin C. Kirițescu” National Institute
for Economic Research of the Romanian Academy*

The following remarks may appear less optimistic than the Florence Report *Reconfiguring Europe in a Fractured Global Economy* (EUI & Robert Schuman Centre, 2026). Let’s start with the report’s conclusion that, as long as Europe’s policymaking capacity remains limited and politics is shaped by short-term priorities, the continent will stay trapped in fragmentation, missing the long-term gains that stronger cooperation around shared priorities could deliver. Even so, within the current legal framework and in the context of future EU enlargement, progress is still likely to emerge through initiatives led by groups of member states.

In his last book, *Der Kontinent ohne Eigenschaften. Lesezeichen im Buch Europa* (2024), Peter Sloterdijk asks: “Seen from the far West, what is Europe if not a club of humiliated empires?” The question is provocative, but not baseless. The First World War ended without a true victor, and even before the Armistice of Compiègne, the combatants had already understood that their empires were finished. Today, one may again ask whether Europe has lost its unity and whether many of its states now behave as separate peripheries. As Robert Kagan argued in last year’s Dahrendorf Lecture in Oxford, (*After Paradise: The US, EU and UK in a Disordered World*, 2025), Europe may be one of the last liberal bastions, caught between an anti-liberal power in the East and an anti-liberal superpower in the West.

The 2025 Edelman Trust Barometer described Europe as entering a “grievance society” — a volatile social climate marked by widespread feel-

¹ Consultant, National Bank of Romania.

ings of injustice, systemic inequality, and a growing focus on victimhood. Whether we welcome it or not, European integration is increasingly driven by shared fears, such as common defence, rather than by a positive vision of what the Union seeks to become. As a result, the 27 struggle to answer two simple but essential questions: what is the EU ultimately for, and where does it want to go? In Arnold J. Toynbee's terms, as set out in his *Study of History* (1947), Europe's problem is not the decline itself, but the failure of its elites to inspire a creative response. The challenge is real; failing to respond is a choice.

Turning to Balkan region, it is useful to remember Oswald Spengler's argument (*The Decline of the West*, 1918–1922) that renewal does not emerge from late civilizational centers. If it comes at all, it comes from borderlands or younger civilizational spaces not yet fully exhausted by bureaucratic overdevelopment.

The Balkan region includes three EU member states—Romania, Bulgaria, and Greece—and six partners at different stages of rapprochement with the EU: Albania, Bosnia and Herzegovina, Kosovo, Montenegro, North Macedonia, and Serbia. Their future lies either in continued national trajectories or in the emergence of a regional identity, recognized within the EU through stronger economic and social synergies and through a stabilizing role in what has long been called Europe's "powder keg". Yet all these jurisdictions face the same pressures: geopolitical vulnerability, democratic backsliding, populism, climate stress, rising living costs, and tighter public finances.

For too long, the Balkans have been an object of history: a map on which geopolitical lines were drawn and a battleground for competing powers. The question now is whether the region can **become a subject of history, shaping events rather than being shaped by them**. That will require political courage, strategic clarity, and renewed confidence in the European project. This is no easy task for the Western Balkans, and even less so for Moldova and Ukraine.

Southeastern Europe and the Case for Renewal

Southeastern Europe could contribute to Europe's renewal, but it rarely acts as a strategic driver. The region retains a **structural advantage**: it is **less deeply shaped** by late-Faustian habits, the tendency to trade long-term moral, psychological, or physical well-being for short-term convenience, power, or gratification. For that reason, it may be less bound to the systems that erode integrity and peace of mind. If renewal is no longer likely to come from Brussels, it may yet emerge from the **periphery**.

Why Leadership Often Falls Short

Altogether, Eastern Europeans often fail to lead for three related reasons:

- **Imitation over adaptation:** Western institutions are copied rather than creatively adjusted to local realities.
- **Belonging confused with reproduction:** Being part of Europe is too often equated with reproducing Western forms.
- **Bureaucracy is substituted for meaning:** Administrative form can displace political purpose and cultural substance with rigid procedures replacing action and resulting in loss of human connection and mission-driven work.

Relative to the Western European institutional model, many Western Balkan countries remain in a condition of pseudo morphosis, in which imported forms overlay a still-fragile cultural and political foundation. EU-driven reforms—rule of law, judicial independence, and a functioning market economy—often transplant Western institutional models onto societies shaped by a different logic: clientelism, strong ethno-religious identities, and Ottoman-Slavic historical memory. The result is institutions that look Western in form but continue to operate according to different internal cultures.

The core lesson is simple: imitation deepens decline; it does not reverse it.

Implications for Enlargement Policy

The implications for further enlargement policy are clear. The old model—under which all countries converge on the same institutional template at the same pace—no longer works. European unity cannot mean uniformity.

Differentiated integration, with multiple legitimate paths within a shared strategic framework, does not weaken the European project; it makes it more resilient. A durable European identity depends on protecting and coordinating national cultures, not replacing them.

For the Western Balkans, this should be an enabling message: membership is not about becoming identical, but about committing to shared fundamentals while pursuing distinct paths of development.

Renewal Through Creative Leadership

According to Toynbee, civilizations renew themselves when a **creative minority** responds to crisis not through imitation, but through legitimate leadership and original institutional and cultural renewal, via Moral legitimacy, Institutional innovation, and Cultural synthesis.

At present, the Balkans remain a diffuse regional space. Yet the European aspirations of part of the region could take on a stronger collective identity with the support of the three neighboring EU member states. Through timely and deeper economic and capital integration, this space could become a recognized pole of stability and sustainable development within Europe.

Romania shows some features of a partial creative minority: steady diplomatic support for all six Western Balkan candidates, rapid GDP convergence, and a creative economic response to EU accession. Yet the lingering legacy of the Cooperation and Verification Mechanism suggests that pseudo morphosis has not been fully overcome. Bulgaria presents a dual identity: it is both the

economy most organically linked to the Western Balkans through trade—with trade-intensity levels two to four times higher than Romania’s—and, at times, a dominant-minority actor. The broader conclusion is that Southeastern Europe can contribute to renewal, but only if it stops defining itself negatively and instead acts in favour of synthesis, limits, and meaning. If it remains reactive—protecting narrow identities against one another—it will accelerate European fragmentation rather than renewal.

Energy, logistics and digital stability as first vectors

This possible pole involves the transformation of Bulgaria, Greece and Romania into regional integration partners for the Balkan region.

Pylon	Advantages	Barriers/Risks	Bulgaria’s role. Greece and Romania
Energy/ Resources	Independence: diversified mix (nuclear, hydro, Black Sea gas). Regional hub through BRHA networks connecting BG, RO, HU, AT.	Transition: high costs for decarbonizing old infrastructure.	The lesson of diversification: quickly replicating the process of decoupling from external resources, using their expertise in storage and transport.
	Hub: Transit capacity through existing BRHA networks.	Regulations: differences between EU and non-EU legislation.	
Logistics & Transportation	Maritime axis: access to Constanta-Varna (Black Sea) and Piraeus-Thessaloniki (Mediterranean), plus access to the rest of Europe on the Danube.	Bottlenecks: non-Schengen borders that cancel out the speed advantage.	The lesson of critical infrastructure: applying mature standards to avoid technical failures and blocked tenders.
	Nearshoring: the attraction of trade flows moving from Asia to Europe.	Relief: high execution costs in the mountainous areas of the Balkans.	

Cont...

Pylon	Advantages	Barriers/Risks	Bulgaria’s role. Greece and Romania
Digitalization and IT	Talent: large resources of IT specialists and competitive costs.	Exodus: the migration of brains to the West.	The lesson of simplification: exporting tested e-government solutions to eliminate bureaucracy and corruption that usually block regional projects.
	Speed: top-of-the-line internet infrastructure already up and running in BG and RO.	Legal: lack of regionally harmonized cyber and data protection legislation.	

Risks to Cohesion

The initiative has a strong technical rationale, but its political success depends on containing three immediate threats to regional cohesion.

- **Domestic competition for investment:** Governments may compete for the same investors through tax cuts or subsidies, weakening the case for coordinated regional planning.
- **Divergent geopolitical alignments:** Some Western Balkan states maintain close ties with non-EU powers such as China, Russia, and Turkey, which may slow convergence with EU rules and priorities.
- **Regional political sensitivities:** Greece’s historical tensions with some neighbors increase the importance of a balanced mediating role for Bulgaria and Romania.

The Initiative’s Competitive Edge: Lessons from Hard-Won Experience

The initiative’s main advantage is the practical knowledge Bulgaria, Greece, and Romania have gained since their EU accession.

- **Avoiding costly compliance failures:** Bulgaria and Romania can help Western Balkan states build paying agencies and administrative systems that reduce the risk of major financial corrections.

- **Prioritizing high-impact investment:** The region has learned to favor projects with clear strategic values such as bridges and energy interconnections—over low-value prestige projects.
- **Crisis-management expertise:** Greece offers experience in economic restructuring under severe pressure, which is relevant for politically and fiscally fragile states.
- **Stronger leverage in Brussels:** A coordinated Bulgaria–Greece–Romania–Western Balkans platform could shift the region from being seen as a recipient of support to a provider of stability, strengthening its influence in future budget negotiations.

LA DIGITALIZACIÓN DE LOS ALGORITMOS HUMANISTAS

PRESERVAR UN LEGADO Y PONERLO AL SERVICIO DE LAS PERSONAS

Dr. Víctor G. Alfaro-García¹

Profesor de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Excelentísimas e Ilustrísimas autoridades del Banco Nacional de Rumania; Excelentísimos e Ilustrísimos señores Académicos de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras; Excelentísimo Señor Presidente, Doctor Don Jaime Gil Aluja; distinguidos colegas y queridos amigos rumanos que hoy nos acogen.

Es para mí un honor abrir esta sesión de nuestro encuentro. Y quiero hacerlo declarando, cuál es el propósito de cuanto voy a relatarles. He venido a hablarles de un acto de fidelidad, el de preservar un legado y ponerlo al servicio de las personas. El legado es el del Presidente de esta Academia; las personas son todas aquellas a las que las decisiones de ustedes alcanzan cada día.

A lo largo de estos minutos quisiera contarles tres cosas de nuestro esfuerzo de digitalización de los algoritmos humanistas: qué nos ha exigido este trabajo, qué nos ha enseñado y qué nos ofrece hoy.

La genealogía de una obra

Conviene situar la genealogía de esta obra con precisión, porque todo cuanto verán hoy descansa sobre tres hombros. El primero es el de Lotfi Zadeh, quien, en 1965, con su artículo sobre los conjuntos borrosos, se atrevió a romper con el viejo principio aristotélico del tercero excluido: nos enseñó que entre el sí y el no, entre el cero y el uno, existe todo un territorio de matices, y que ese territorio puede tratarse con rigor matemático.

¹ Técnico en digitalización de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

El segundo hombro es el del Profesor Arnold Kaufmann, presente entre nosotros en cada fórmula. Junto al Doctor Gil Aluja formuló, entre 1986 y 1988, la teoría de los subconjuntos borrosos en la gestión y la teoría de los efectos olvidados. Y el tercer hombro, el más cercano, es el del Excelentísimo Doctor Don Jaime Gil Aluja, Presidente de esta Academia y autor intelectual de los doce algoritmos que esta tarde tengo el honor de relatar.

Del libro al instrumento

¿Cuál era el problema que se nos pidió resolver? El corpus del Presidente vive en las ediciones académicas de esta Casa, y su lectura es inestimable. Pero ejecutarlo, aplicarlo de verdad a un caso real, exigía, hasta hoy, tres cosas que muy pocos reúnen: conocimientos especializados de matemática borrosa, tiempo de investigación para reproducir cada experimento y la compañía de una comunidad de especialistas necesariamente reducida.

Así se nos confió, por ello, una tarea: construir un instrumento que pusiera la matemática del Presidente al alcance de quien quisiera aplicarla, sin pedirle que aprendiera a programarla. Un instrumento pensado para investigadores y estudiantes, para consultores y, muy especialmente, para decisores institucionales: bancos centrales, ministerios y organismos multilaterales. Un trabajo realizado por encargo de esta Real Academia y acompañado en todo momento por la Excelentísima Doctora Ana María Gil Lafuente.

Cómo se preserva un legado

Quisiera detenerme un instante en cómo se realiza este trabajo, porque es ahí donde reside la garantía de fidelidad al original. Son seis fases. La primera es la creación: se concibe el algoritmo y se publica; ése es el origen. La segunda es la abstracción: extraemos del texto su esqueleto matemático, los operadores, las matrices, los supuestos, separando la idea esencial de la manera en que fue redactada. La tercera es la formalización: esa idea se fija en un modelo preciso, de notación unívoca, fiel a la intención del autor.

La cuarta es la programación: el modelo se traduce a un procedimiento que cualquiera puede ejecutar, paso a paso, sin necesidad de conocer la matemática que hay debajo. La quinta es la depuración: contrastamos cada resultado con los ejemplos que figuran en el propio libro y resolvemos toda ambigüedad, hasta alcanzar una fidelidad exacta. Y la sexta es el procesamiento: el instrumento, ya terminado, ejecuta sobre datos reales y devuelve resultados dispuestos para informar una decisión.

La gramática humanista

No abrumaré a este auditorio con fórmulas; no haría justicia al espíritu de la obra. Toda ella se sostiene sobre apenas cinco gestos matemáticos. La composición de incidencias sigue la cadena de causas y efectos hasta donde la intuición ya no alcanza. Las distancias entre perfiles permiten reconocer cuán próximas son dos personas, dos territorios o dos productos. El coeficiente de adecuación mide hasta qué punto lo que se ofrece cubre lo que de verdad se necesita, y acepta, con honestidad, la asimetría propia de la vida. La entropía borrosa da valor al juicio humano mismo, a su nitidez o a su duda. Y la sus-tracción truncada hace aflorar los efectos olvidados.

Una misión

Conviene preguntarse qué representa, en el fondo, digitalizar este legado. No es una tarea técnica: es un acto de custodia, y obedece a cuatro propósitos. El primero es la permanencia: reunir una obra a lo largo de décadas y preservarla para que perdure más allá de las páginas que la vieron nacer. El segundo es la universalidad: que aquello que antes exigía ser especialista quede, desde hoy, al alcance de cualquier investigador o institución del mundo, en cinco lenguas y sin barreras.

El tercero es la transmisión: que el pensamiento humanista del Presidente pase, vivo y aplicable, a las generaciones que vienen; no como una pieza de museo que se contempla, sino como un instrumento que se usa. Y el

cuarto es el servicio: una matemática que nació para las personas, devuelta a las personas, al servicio de las decisiones que más les afectan. En definitiva intentamos custodiar y transmitir la Escuela de Pensamiento Humanista de Barcelona.

La experiencia de quien lo usa

¿Cómo se traduce todo esto para quien se sienta ante el instrumento? En cuatro gestos sencillos. Accede a un espacio propio, en la lengua que prefiera. Elige uno de los doce algoritmos desde un catálogo que muestra su cita académica y su aplicación. Carga sus propios datos, o emplea los datos demostrativos que lo acompañan. Y recibe sus resultados, mapas, redes, índices, que puede exportar y compartir. Subrayo un punto que conviene de modo particular a una institución como las que hoy nos escuchan: los datos del usuario permanecen siempre bajo su control; nada se conserva, salvo, si así lo desea, su propio modelo de trabajo.

Los doce algoritmos

Entramos ahora en el corazón del corpus. No lo recorreré como un catálogo frío, sino preguntándome, en cada pieza, una sola cosa: ¿a quién sirve?

Algoritmo 1 · Caudal Óptimo de Flujos para la Descarbonización. Sigue la cadena de causas de las emisiones de carbono, incluido aquello que no se ve a simple vista. Su misión es honda: cuidar el planeta anticipando el daño antes de causarlo, y no después de lamentarlo. Donde una regresión convencional sólo capta correlaciones directas, esta matemática revela los efectos olvidados, y permite evaluar el efecto neto real de un programa de financiación verde antes de aprobarlo.

Algoritmo 2 · Creación de Productos Financieros. Reconoce las familias naturales que se esconden en un universo de instrumentos. Su aspiración es profundamente humana: que cada persona reciba el producto que de verdad sirve a su necesidad, y no aquel que se le quiere colocar. Y obsérvese su ele-

gancia: el número de grupos no se impone de antemano, sino que emerge de la afinidad real que el experto sabe justificar.

Algoritmo 3 · Algoritmo de Portugal. Atiende a la memoria y a los vínculos olvidados entre comunidades vecinas. Su misión es tender puentes entre pueblos próximos, cuidando lo que los une antes de que aflore lo que los separa; de aplicación inmediata al diseño de la cooperación de Rumania con los estados de su entorno.

Algoritmo 4 · Capacidad de Atracción de Inversiones. No mide la solvencia de un país, sino la nitidez del juicio que el mundo se forma sobre él. Su misión es hacer justicia a la confianza de una nación ante la mirada, a veces apresurada, del inversor. Con tres miradas convergentes, Hamming, Euclídea y entropía de Shannon, revela la incertidumbre que una calificación única esconde. Ante la introducción del leu digital, ofrece algo que ninguna calificación soberana proporciona por sí sola: una imagen serena de cómo se percibe la confianza en el país.

Algoritmo 5 · Resolución de Problemas Migratorios. Es, quizá, el más humanista de todos. Reconoce las capacidades de cada persona y los lugares donde florecen. Su principio es luminoso: que cada inmigrante aporte valor allí donde sus dones son requeridos, y no allí donde una cuota lo coloca. De él nacen políticas de integración que dignifican.

Algoritmo 6 · Armonía entre Generaciones. Mide la afinidad entre las capacidades de cada edad y las tareas del mundo. Su misión es combatir la discriminación por edad, devolviendo a cada generación su lugar de valor, según lo que sabe hacer y no según el calendario.

Algoritmo 7 · Segmentación Territorial. Descubre las afinidades reales entre territorios, más allá de las fronteras que la historia heredó. Su misión es atender a cada región por lo que es, y no por la línea que un mapa le impuso; y admite algo que el análisis clásico no concede: que un mismo territorio pertenezca a varios grupos a la vez, según lo que se mire.

Algoritmo 8 · Prosperidad Compartida. Ilumina la cara oculta de los programas pensados para el bien común. Su misión es que la prosperidad alcance de verdad a todos, sin dejar a nadie en la sombra; permite estudiar la inclusión financiera anticipando a quién podría, sin quererlo, dejar atrás.

Algoritmo 9 · Economía Circular. Atiende a los bucles y a los retornos que el ciclo lineal de las cosas ignora. Su misión es cuidar los recursos del planeta cerrando los círculos que la economía abre, y cuantificar la externalidad ambiental que de ordinario se olvida.

Algoritmo 10 · Tareas Telemáticas. Se ocupa de la afinidad entre las personas y los puestos, en un mundo que ha aprendido a trabajar a distancia. Su misión es organizar ese trabajo por talento humano, y no sólo por destreza técnica.

Algoritmo 11 · Trastornos Neurológicos. Detecta las cadenas causales latentes entre signos que parecen inconexos. Su misión es apoyar la salud pública con una visión de conjunto, al servicio de los más vulnerables. Debo ser preciso, porque importa: es un instrumento de decisión sistémica, no de decisión clínica individual. En esa lectura sistémica sirve para detectar cadenas latentes de exclusión en el seno de una gran transición social.

Algoritmo 12 · Distribución de Vacunas. Aborda el reparto justo de un bien escaso cuando no alcanza para todos a la vez. Su misión es que lo escaso llegue primero a quien más lo necesita, con criterio y no con privilegio; y es trasladable, con las debidas cautelas, a cualquier bien público escaso.

Cómo sirven a la decisión

Permítanme insistir en lo que considero el corazón de este mensaje: estos algoritmos no sustituyen el juicio de quien decide; lo informan, y lo hacen siempre al servicio de las personas. Antes de aprobar un programa, ayudan a anticipar el daño que no se ve. Al valorar un país o una región, ayudan a hacer justicia a la confianza. Al ordenar un universo amplio de instrumentos o de poblaciones, ayudan a servir a cada necesidad real. Al mirar la diversidad de

un territorio, ayudan a respetar lo que cada lugar verdaderamente es. Al escuchar a los expertos, ayudan a honrar la pluralidad de su juicio. Y al elegir entre alternativas, ayudan a decidir con equidad y con rigor.

El corpus humanista en la era de la inteligencia artificial

Querría, antes de concluir, alzar la vista al horizonte, porque esta obra, nacida del rigor matemático del siglo XX, encuentra en el siglo XXI su campo de aplicación más fértil. En una época en que la inteligencia artificial produce, a una velocidad inédita, relatos verosímiles, estos algoritmos aportan el contraste que distingue la confianza fundamentada de la confabulación elegante: la inteligencia artificial propone, y el corpus verifica. Permiten gobernar con criterio humano la moneda digital y la tokenización, allí donde la escala lo vuelve todo opaco. Preservan la incertidumbre del juicio experto en lugar de aplanarla en promedios. Y nos recuerdan que, cuanto más veloz es una decisión, más críticos se vuelven sus efectos olvidados. Lo que esta obra entrega al siglo XXI no es una herramienta más: es la garantía de que la velocidad de la decisión digital no nos haga olvidar lo que de veras importa: las personas.

Una invitación al ecosistema

El instrumento está abierto, desde hoy, a un círculo de colaboración mucho más amplio: a las universidades, en forma de réplica pedagógica y de cátedra conjunta; a la banca comercial; a los ministerios y agencias públicas; a los organismos multilaterales; a las academias hermanas; y a cuantos investigadores quieran sumarse.

Permítanme cerrar con gratitud. Al Excelentísimo Doctor Don Jaime Gil Aluja, autor de este corpus, mi agradecimiento más hondo. A la Excelentísima Doctora Ana María Gil Lafuente, mi reconocimiento por su acompañamiento constante. Y al Banco Nacional de Rumania, y a nuestros anfitriones rumanos, mi sincera gratitud por su hospitalidad.

SESIONES ACADÉMICAS - SEGUNDA PARTE

LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO: UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Dra. Ana Maria Gil-Lafuente
*Académica de Número de la Real Academia de
Ciencias Económicas y Financieras*

El debate existente sobre el futuro del dinero en la Unión Europea se intensifica a medida que el Banco Central Europeo (BCE) avanza en el desarrollo del euro digital. Esta transformación plantea un equilibrio complejo entre la modernización financiera y la protección de los derechos de los ciudadanos.

La digitalización del dinero responde a un cambio en los hábitos de consumo de los ciudadanos y a la necesidad de soberanía tecnológica. Es por ello por lo que, a pesar del auge digital, el efectivo sigue siendo un pilar fundamental para la cohesión social, la resiliencia económica y la libertad individual en la Unión Europea.

La Comisión Europea y el BCE han dejado muy claro que el euro digital no busca reemplazar al efectivo, sino complementarlo. La legislación europea, por tanto, protege el dinero físico mediante dos principios clave:

1. **Curso legal garantizado:** Los comercios están obligados a aceptar billetes y monedas de euro, salvo excepciones muy justificadas o acuerdos previos.
2. **Acceso garantizado:** Los Estados miembros deben asegurar que sus ciudadanos tengan cajeros automáticos o puntos de retirada a una distancia razonable de sus lugares de residencia.

La digitalización ofrece velocidad e innovación, pero el efectivo aporta estabilidad social y libertad al ciudadano. En cualquier caso, el éxito financiero de la Unión Europea dependerá de su capacidad para innovar sin dejar atrás a sus ciudadanos más vulnerables ni comprometer sus derechos fundamentales.

A pesar de las ventajas de la digitalización existen unos riesgos inherentes a la implantación del euro digital:

Riesgos en la implantación del euro digital

1. Riesgos de Ciberseguridad

La centralización de una Moneda Digital de Banco Central crea un único punto crítico de fallo que atrae de forma masiva a actores hostiles.

- **Ataques de denegación de servicio (DDoS):** Una caída sistémica del software de control del Banco Central Europeo (BCE) podría congelar los pagos de todo el continente de forma simultánea.
- **Vulnerabilidades de los contratos inteligentes:** Los errores de programación en los protocolos automatizados del dinero digital abren la puerta a brechas de seguridad o transferencias no autorizadas.
- **Fugas de datos a gran escala:** Aunque se asegura la disociación de identidades, la infraestructura digital procesará millones de metadatos diarios que corren el riesgo de ser interceptados por ciber-espionaje estatal o corporativo.
- **Ataques de día cero en monederos de terceros:** La integración con bancos comerciales y aplicaciones móviles privadas multiplica las superficies de ataque y los puntos débiles fuera de la red central del BCE.

2. Resistencia Cultural: El Eje Austro-Alemán

Alemania y Austria lideran la oposición frontal a la desaparición del dinero físico debido a traumas históricos, económicos y a su arraigo social.

- **La experiencia de la hiperinflación:** La memoria histórica de la devaluación de la moneda en el siglo XX genera una profunda desconfianza hacia los activos intangibles o controlados estrictamente por el Estado.

- **El efectivo como sinónimo de libertad (“Geld ist geprägte Freiheit”):** En ambos países existe la firme convicción cultural de que el dinero físico es la última línea de defensa de la privacidad del ciudadano frente al control gubernamental.
- **Blindaje Constitucional:** Austria ha impulsado iniciativas parlamentarias para proteger por ley el derecho al uso del efectivo en su Constitución, asegurando que los comercios nunca puedan negarse a aceptarlo.
- **Hábitos de consumo arraigados:** A diferencia del modelo nórdico (Suecia o Dinamarca), el porcentaje de transacciones diarias en comercios y restaurantes pagadas en metálico en Alemania sigue estando entre los más altos de la eurozona occidental.

3. Impacto en la Banca Comercial Tradicional

La llegada del euro digital altera profundamente el modelo de negocio de las entidades bancarias privadas, obligándolas a redefinir su papel económico.

- **Fuga de depósitos minoristas:** Si los ciudadanos pueden guardar su dinero directamente en una cuenta del BCE (percibida como riesgo cero), retirarán fondos de los bancos privados, mermando la liquidez de estos últimos.
- **Límites de tenencia:** Para mitigar esta fuga, el BCE se ha visto obligado a diseñar topes estrictos (como un máximo de 3.000 a 4.000 euros digitales por ciudadano) para evitar la descapitalización bancaria en momentos de crisis financiera.
- **Pérdida de ingresos por comisiones:** El euro digital pretende ofrecer una infraestructura de pagos gratuita para las funciones básicas, compitiendo directamente con los servicios de tarjetas de débito y transferencias de la banca tradicional.
- **Costes de adaptación técnica:** Los bancos comerciales deben asumir inversiones millonarias para integrar sus sistemas con la red del BCE

y gestionar los monederos digitales de sus clientes, sin una vía clara de monetización directa de este servicio.

Fases de la implantación del euro digital

A pesar de todo ello la Unión Europea ha apostado por la implantación del euro digital a partir de un calendario oficial. El desarrollo de la Moneda Digital de Banco Central para la eurozona se estructura en fases estrictas, condicionadas siempre a la aprobación del marco regulatorio formal, que se expone a continuación:

- **Fase de Preparación Técnica (Noviembre 2023 – Octubre 2025):** El Eurosistema concluyó con éxito esta primera etapa. Durante ésta se redactaron los primeros borradores de las normas de funcionamiento y se puso en marcha una plataforma de innovación para ensayar la conectividad con sistemas de pago ya existentes (como nuestro sistema español Bizum).
- **Hito Legislativo Clave (Finales de 2026):** El Parlamento Europeo y el Consejo deben adoptar formalmente la regulación del euro digital. Sin este paso legal, el Consejo de Gobierno del BCE no podría nunca emitir la divisa.
- **Fase de Pilotos Reales (Segundo Semestre de 2027):** Se iniciará un ejercicio piloto de 12 meses de duración en el que participarán unas 36 entidades proveedoras de servicios de pago. Se probará la infraestructura en entornos reales con comercios, usuarios y bancos para evaluar la escalabilidad a toda la economía de la eurozona.
- **Lanzamiento y Emisión Objetivo (2029):** En el supuesto de que las leyes se aprueben a tiempo, el BCE fija el año 2029 como la fecha oficial para la entrada en circulación generalizada del euro digital.

Anonimato y Privacidad en transacciones de bajo valor

La protección de datos es la mayor exigencia ciudadana. El BCE plantea una arquitectura técnica dual para diferenciar el grado de privacidad según la naturaleza del pago.

- **Funcionalidad Offline (Nivel de Efectivo):** Para transacciones presenciales de bajo valor realizadas sin conexión a internet, el BCE ha diseñado un sistema de máxima privacidad. En este escenario, los detalles de la transacción (quién paga y cuánto) son visibles únicamente para el pagador y el beneficiario, de forma idéntica al intercambio de billetes físicos.
- **Cegado del Eurosistema (Online):** En las operaciones en línea, el BCE actuará como emisor de la infraestructura, pero sus sistemas informáticos estarán “cegados”. El banco central no tendrá visibilidad de los datos personales de los usuarios ni podrá asociar transacciones a identidades específicas.
- **Rol de los Bancos Comerciales:** Los bancos privados y cajas tradicionales que gestionen los monederos digitales sí procesarán los datos de identidad para cumplir con las normativas vigentes contra el blanqueo de capitales y la financiación del terrorismo.
- **Límites de Identificación Directa:** Se debate la exención de controles estrictos de identificación para micro-pagos de muy bajo valor (propuestas en torno a los 50 euros), permitiendo pagos rápidos y privados en comercios locales mediante tecnologías de proximidad sin necesidad de autorización bancaria centralizada.

Viabilidad de un sistema híbrido

Con todo lo expuesto anteriormente es evidente que un sistema económico no puede sustentarse solamente ni en el dinero físico ni en el dinero digital.

En las líneas que siguen y tras la breve introducción realizada en las páginas anteriores se plantean los argumentarios básicos tanto a favor del mantenimiento del dinero físico como la necesidad de implementar el dinero digital.

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, con su presidente al frente el Excmo. Dr. D. Jaime Gil Aluja, ya publicó un manifiesto defendiendo la convivencia del dinero físico y del dinero digital alegando para uno y otro razones tanto técnicas como consuetudinarias.

El objetivo que se plantea a continuación se centra en escoger aquellas variables que cita el estudio fundacional del Banco Central Europeo *Report on a digital euro*, de 2 de octubre de 2020; y el análisis de estabilidad publicado en *A digital euro: gauging the financial stability implications*, de 22 de noviembre de 2023, sobre aquellos aspectos más relevantes tanto a favor como en contra de la implantación del euro digital y en qué grado puede hacerse compatible la convivencia de ambos sistemas.

La digitalización del dinero responde a una serie de transformaciones estructurales en la economía mundial, la tecnología y el comportamiento de los consumidores que hacen inviable depender exclusivamente del dinero físico.

A continuación, se detallan las principales variables que impulsan y hacen necesaria esta transición:

1. Variables Socioculturales y de Consumo

- **Crecimiento exponencial del comercio electrónico:** Las compras por internet exigen medios de pago nativos de la red que eliminen las barreras físicas.
- **Demandas de inmediatez del consumidor:** Los estilos de vida conectados exigen que las transferencias de valor ocurran al instante y sin interrupciones.

- **Inclusión financiera de la población:** La infraestructura digital permite bancarizar a sectores remotos o vulnerables mediante teléfonos móviles, eliminando la necesidad de sucursales físicas.

2. Variables Operativas y de Coste

- **Altos costes de gestión del efectivo:** La impresión, transporte blindado, almacenamiento y seguridad física del papel moneda generan gastos masivos para bancos y gobiernos.
- **Reducción de la infraestructura bancaria física:** La tendencia hacia la banca digital optimiza costes al reducir drásticamente el número de oficinas y cajeros automáticos.
- **Velocidad y automatización transaccional:** Permite integrar los flujos de dinero con software de contabilidad, contratos inteligentes y procesos de negocio automatizados.

3. Variables Tecnológicas y de Innovación

- **Madurez de tecnologías de cifrado y redes:** El desarrollo de la tecnología de registros distribuidos (como blockchain) y la criptografía permite transferir propiedad digital de forma segura e inalterable.
- **Universalización del ecosistema móvil:** La adopción masiva de smartphones y tecnologías como NFC (contactless) convierte cualquier dispositivo en una billetera potencial.

4. Variables de Control, Regulación y Competencia

- **Mitigación de actividades ilícitas:** El dinero digital deja un rastro auditable que dificulta notablemente el fraude fiscal, el blanqueo de capitales y la financiación de actividades ilegales.
- **Competencia de activos privados y criptomonedas:** El auge de stablecoins y criptoactivos privados obliga a los bancos centrales a innovar para no perder soberanía monetaria.

- **Desarrollo de Monedas Digitales de Bancos Centrales (CBDC):** Iniciativas como el proyecto del Euro Digital del Banco Central Europeo buscan garantizar un dinero público seguro dentro de la economía digitalizada.

5. Variables Globales y Geopolíticas

- **Globalización y transferencias transfronterizas:** El comercio internacional requiere de canales de pago inmediatos que reduzcan los tiempos y costes de las correspondencias bancarias tradicionales.
- **Sostenibilidad ambiental:** La huella ecológica derivada de la minería de metales para monedas y la producción o transporte de billetes impulsa alternativas digitales más sostenibles.

A pesar del avance tecnológico, el dinero físico o efectivo sigue siendo un pilar indispensable para la estabilidad social y económica. Su permanencia es necesaria debido a variables críticas que el entorno digital aún no puede replicar con total seguridad.

A continuación, se detallan las principales variables que hacen imprescindible mantener el efectivo:

1. Variables de Seguridad y Resiliencia Operativa

- **Inmunidad ante apagones tecnológicos:** El efectivo funciona sin electricidad, cobertura móvil ni conexión a internet, siendo vital en catástrofes naturales o ciberataques.
- **Resistencia a fallos de infraestructura:** No depende de servidores bancarios, pasarelas de pago ni de la estabilidad del software de terceros.
- **Mitigación del riesgo de ciberdelincuencia:** El dinero físico no puede ser robado mediante hackeos masivos, phishing o secuestros de datos (*ransomware*).

2. Variables Sociales y de Inclusión

- **Brecha digital y generacional:** Millones de personas mayores o con discapacidades no tienen las habilidades para usar herramientas financieras digitales.
- **Inclusión de colectivos vulnerables:** Es el único medio de pago accesible para personas sin cuenta bancaria, sin hogar o en situación de pobreza extrema.
- **Facilidad de uso universal:** No requiere curva de aprendizaje, dispositivos caros ni contratos de telefonía para ser transaccionado.

3. Variables de Privacidad y Libertad Individual

- **Garantía de anonimato absoluto:** Las compras legítimas en efectivo no dejan un rastro de datos personales que pueda ser comercializado o vigilado.
- **Autonomía frente a la exclusión financiera:** Evita que un error del sistema o una decisión corporativa bloquee el acceso inmediato de una persona a sus recursos de subsistencia.
- **Control directo del gasto:** El formato físico ayuda psicológicamente a las personas a concienciarse de lo que gastan, facilitando el control del presupuesto doméstico.

4. Variables Económicas y de Estabilidad Financiera

- **Dinero de curso legal definitivo:** El efectivo es la única forma de dinero público emitida directamente por el banco central accesible al ciudadano general, sin riesgo de quiebra comercial.
- **Refugio en momentos de pánico bancario:** Permite a los ciudadanos retirar su riqueza del sistema comercial si perciben que las entidades financieras privadas corren peligro.
- **Inexistencia de costes y comisiones de uso:** El intercambio físico es gratuito, libre de tasas de mantenimiento, comisiones por transacción o costes de terminales de cobro (TPV).

Cualquier alteración en la velocidad, volumen o disponibilidad del dinero físico y virtual altera el funcionamiento estructural de la economía a través de los siguientes elementos clave:

1. Política Monetaria y Bancos Centrales

- **Control de la inflación:** Los bancos centrales miden el dinero en circulación (agregados monetarios); un cambio drástico altera la velocidad del dinero y dificulta la estabilidad de precios.
- **Efectividad de los tipos de interés:** La desaparición del efectivo elimina la barrera del “tipo de interés nominal cero”, permitiendo a los bancos centrales aplicar tasas negativas profundas sin que los ciudadanos huyan al dinero físico.
- **Señoraje y financiación pública:** Los bancos centrales pierden los ingresos directos derivados de la emisión de billetes físicos, obligándoles a reestructurar sus balances financieros.

2. Estabilidad de la Banca Comercial

- **Riesgo de liquidez y pánicos bancarios:** En un ecosistema puramente virtual, una retirada masiva de depósitos ocurre a la velocidad de un clic, acelerando la quiebra de entidades financieras.
- **Modelos de negocio y comisiones:** La reducción del efectivo golpea a las empresas de transporte de fondos, pero eleva las ganancias de las pasarelas de pago digitales a través de comisiones de intermediación.

3. Comportamiento del Consumidor y Finanzas Familiares

- **Percepción psicológica del valor:** El dinero virtual reduce el “dolor de pagar”, lo que incrementa el gasto impulsivo, eleva los niveles de endeudamiento y dificulta el ahorro.
- **Privacidad y soberanía de los datos:** La transición al dinero virtual convierte cada transacción en un dato comercializable, eliminando el anonimato del consumidor.

4. Fiscalidad y Finanzas Públicas

- **Reducción de la economía sumergida:** Una mayor circulación virtual estrecha el margen para el fraude fiscal, la venta de productos ilegales y el empleo no declarado.
- **Eficiencia en la recaudación:** Permite la automatización tributaria en tiempo real (como el IVA instantáneo en transacciones electrónicas), estabilizando los presupuestos del Estado.

5. Inclusión Social y Estructura Comercial

- **Accesibilidad de colectivos vulnerables:** Un descenso del efectivo excluye a los ciudadanos no bancarizados, ancianos o personas sin competencias digitales del comercio básico.
- **Competitividad de los pequeños comercios:** Los pequeños negocios asumen costes fijos por comisiones digitales, reduciendo su margen de beneficio frente a las grandes plataformas de comercio electrónico.

Una vez descritas las principales variables que nos permiten constatar por qué no se puede establecer un sistema basado únicamente en la moneda digital se procederá a la aplicación del modelo de los efectos olvidados (1). Ello nos permitirá conocer cuál es el nivel de interacción entre todos los elementos, cómo se condicionan entre sí y de qué forma afectan al funcionamiento estructural de la economía. De esta forma, estableciendo cómo queremos que funcione nuestro sistema económico, se podrá gestionar adecuadamente hasta qué punto se podrá implementar el uso del euro digital y el mantenimiento de la moneda física.

Aplicación del modelo de efectos olvidados

El planteamiento que sigue se desprende de la aplicación de uno de los algoritmos obtenidos a partir de la serie de Algoritmos Humanistas que la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras ha publicado y puesto a disposición de los usuarios para diferentes aplicaciones (2).

La matriz que sigue recoge todas las relaciones de causalidad directas, es decir, en qué grado cada elemento que actúa como causa condiciona cada elemento que actúa como efecto.

M - Matriz de incidencia directa (datos de entrada)

Columna1	Control de la inflación	Efectividad de los tipos de interés	Señoraje y financiación pública	Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	Modelos de negocio y comisiones	Percepción del valor	Privacidad y soberanía de los datos	Economía sumergida	Eficiencia en la recaudación	Colectivos vulnerables	Pequeños comercios
Comercio electrónico	0,70	0,30	0,30	0,20	0,70	0,90	0,90	0,80	0,20	0,90	0,40
Inmediatez del consumidor	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,70	0,20	0,10	0,10	0,30	0,90
Inclusión financiera de la población	0,10	0,10	0,10	0,00	0,20	0,70	0,30	0,00	0,00	0,80	0,20
Costes de gestión del efectivo	0,10	0,00	0,50	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70
Infraestructura bancaria física	0,10	0,10	0,30	0,50	0,80	0,00	0,00	0,00	0,10	0,20	0,30
Automatización transaccional	0,70	0,30	0,00	0,80	0,40	0,70	0,20	0,00	0,50	0,10	0,60
Madurez de tecnologías de cifrado y redes	0,10	0,10	0,00	0,10	0,00	0,50	0,80	0,10	0,40	0,00	0,10
Universalización del ecosistema móvil	0,00	0,00	0,40	0,90	1,00	0,80	0,70	0,60	0,00	0,80	0,80
Actividades ilícitas	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00
Competencia de activos privados y criptomonedas	0,40	0,50	0,50	0,00	0,00	0,20	0,10	0,00	0,00	0,80	0,10
Monedas digitales de bancos centrales	0,40	0,30	0,30	0,50	0,60	0,30	0,60	0,20	0,10	0,50	0,30
Transferencias transfronterizas	0,20	0,00	0,70	0,10	0,00	0,20	0,00	0,30	0,00	0,20	0,20
Sostenibilidad ambiental	0,50	0,10	0,50	0,30	0,50	0,20	0,30	0,50	0,20	0,00	0,70
Apagones tecnológicos	0,10	0,10	0,40	0,20	0,00	0,10	0,60	0,00	0,60	0,60	0,40
Fallos de infraestructura	0,40	0,50	0,20	0,50	0,00	0,50	0,30	0,80	0,40	0,30	0,00
Ciberdelincuencia	0,10	0,30	0,10	0,60	0,60	0,70	0,10	0,50	0,50	0,70	0,00
Brecha digital y generacional	0,00	0,00	0,40	0,10	0,10	0,70	0,40	0,00	0,70	0,30	0,20
Colectivos vulnerables	0,40	0,00	0,30	0,20	0,40	0,40	0,10	0,50	0,00	0,00	0,70
Uso universal	0,10	0,50	0,80	0,10	0,40	0,20	0,00	0,60	0,10	0,00	0,20
Garantía de anonimato	0,20	0,20	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,80	0,00	0,50	0,10
Exclusión financiera	0,00	0,20	0,50	0,00	0,10	0,00	0,30	0,20	0,20	0,20	0,60
Control directo del gasto	0,40	0,10	0,20	0,70	0,20	0,50	0,10	0,90	0,50	0,80	0,70
Dinero de curso legal	0,00	0,20	0,20	0,00	0,70	0,20	0,20	0,10	0,70	0,10	0,70
Refugio en momentos de pánico bancario	0,50	0,60	0,00	0,80	0,40	0,20	0,40	0,30	0,40	0,00	0,20
Inexistencia de costes y comisiones de uso	0,20	0,20	0,40	0,10	0,10	0,00	0,00	0,20	0,40	0,10	0,10

A continuación, se presentan otras dos matrices en las que aparece el nivel de afectación de los elementos que actúan como causas, por un lado, y por otro el nivel de afectación de los elementos que consideramos efectos:

LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

A - Matriz de incidencia causa-causa (datos de entrada)

Causa / Causa	Comercio electrónico	Inmediatez del consumidor	Inclusión financiera de la población	Costes de gestión del efectivo	Infraestructura bancaria física	Automatización transaccional	Madurez de tecnologías de cifrado y redes	Universalización del ecosistema móvil	Actividades ilícitas	Competencia de activos privados y criptomonedas	Monedas digitales y criptomonedas	Transferencias transfronterizas	Sostenibilidad ambiental	Apagones tecnológicos	Fallos de infraestructura	Ciberdelincuencia	Brecha digital y generacional	Colectivos vulnerables	Uso universal	Garantía de anonimato	Exclusión financiera	Control directo del gasto	Dinero de curso legal	Refugio en momentos de pánico bancario	Inexistencia de costes y comisiones de uso
Comercio electrónico	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	
Inmediatez del consumidor	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	0,70	1,00	
Inclusión financiera de la población	0,80	0,80	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	
Costes de gestión del efectivo	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	
Infraestructura bancaria física	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Automatización transaccional	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Madurez de tecnologías de cifrado y redes	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	
Universalización del ecosistema móvil	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Actividades ilícitas	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Competencia de activos privados y criptomonedas	0,50	0,80	1,00	1,00	1,00	0,50	0,70	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Monedas digitales de bancos centrales	0,80	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	0,70	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	
Transferencias transfronterizas	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	0,70	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Sostenibilidad ambiental	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Apagones tecnológicos	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	0,60	0,70	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	
Fallos de infraestructura	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Ciberdelincuencia	0,70	0,80	0,70	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	
Brecha digital y generacional	0,50	0,80	1,00	1,00	1,00	0,50	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Colectivos vulnerables	0,50	0,80	1,00	1,00	1,00	0,50	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Uso universal	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	
Garantía de anonimato	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Exclusión financiera	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,70	0,70	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	
Control directo del gasto	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Dinero de curso legal	0,50	0,80	1,00	1,00	1,00	0,50	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	
Refugio en momentos de pánico bancario	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Inexistencia de costes y comisiones de uso	0,80	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	

B - Matriz de incidencia efecto-efecto (datos de entrada)

	Control de la inflación	Efectividad de los tipos de interés	Señoraje y financiación pública	Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	Modelos de negocio y comisiones	Percepción del valor	Privacidad y soberanía de los datos	Economía sumergida	Eficiencia en la recaudación	Colectivos vulnerables	Pequeños comercios
Control de la inflación	1,00	0,60	0,50	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00
Efectividad de los tipos de interés	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Señoraje y financiación pública	0,50	0,60	1,00	0,70	1,00	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70
Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	0,50	0,70	0,50	1,00	1,00	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70
Modelos de negocio y comisiones	0,50	0,60	0,50	0,70	1,00	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70
Percepción del valor	0,50	0,60	0,50	0,70	0,80	1,00	0,60	0,70	0,70	1,00	0,70
Privacidad y soberanía de los datos	0,50	0,60	0,50	0,70	0,80	0,70	1,00	0,70	0,70	0,70	0,70
Economía sumergida	0,50	0,60	0,50	0,70	0,80	0,70	0,60	1,00	0,70	0,70	0,70
Eficiencia en la recaudación	0,50	0,60	0,50	1,00	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00
Colectivos vulnerables	0,50	0,60	0,50	0,70	0,80	0,70	0,60	0,70	0,70	1,00	0,70
Pequeños comercios	0,50	0,60	0,50	0,70	0,80	0,70	0,60	0,70	0,70	0,70	1,00

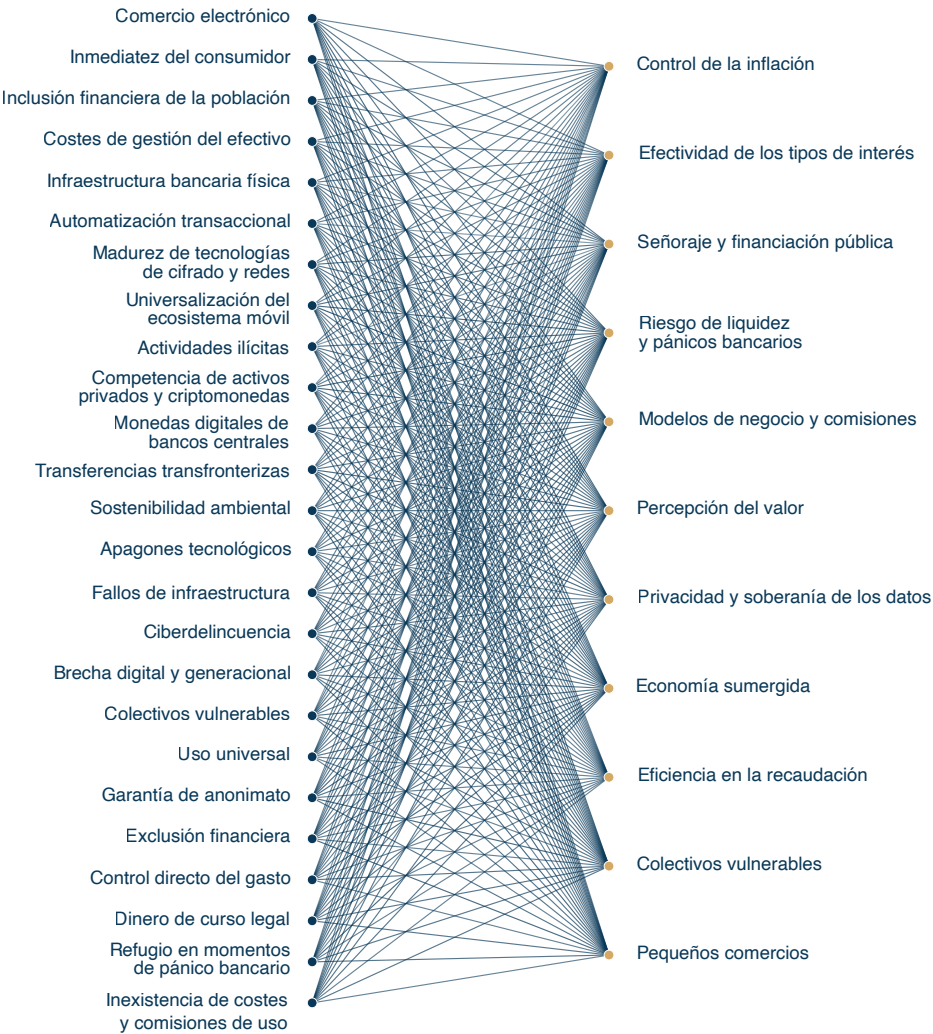
Componiendo las tres matrices obtendremos la matriz de efectos totales, es decir, en qué medida una causa condiciona un efecto teniendo en cuenta que podrían afectarse en el camino otras causas y efectos:

LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

M* - Incidencia total

	Control de la inflación	Efectividad de los tipos de interés	Señoraje y financiación pública	Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	Modelos de negocio y comisiones	Percepción del valor	Privacidad y soberanía de los datos	Economía sumergida	Eficiencia en la recaudación	Colectivos vulnerables	Pequeños comercios
Comercio electrónico	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,90	0,70
Inmediatez del consumidor	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,90
Inclusión financiera de la población	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80
Costes de gestión del efectivo	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,90
Infraestructura bancaria física	0,70	0,70	0,60	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80	0,90
Automatización transaccional	0,70	0,70	0,50	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70
Madurez de tecnologías de cifrado y redes	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,70	0,80	0,80
Universalización del ecosistema móvil	0,70	0,70	0,80	0,90	1,00	0,80	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80
Actividades ilícitas	0,70	0,70	0,50	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80
Competencia de activos privados y criptomonedas	0,50	0,70	0,70	0,90	0,90	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80
Monedas digitales de bancos centrales	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,70	0,80	0,70
Transferencias transfronterizas	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,90	0,90	0,90	0,70	0,90	0,70
Sostenibilidad ambiental	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,90
Apagones tecnológicos	0,70	0,60	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,70
Fallos de infraestructura	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80	0,90
Ciberdelincuencia	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80
Brecha digital y generacional	0,50	0,70	0,60	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80
Colectivos vulnerables	0,50	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80
Uso universal	0,70	0,70	0,80	0,70	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70	0,70
Garantía de anonimato	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,90	0,90	0,80	0,70	0,90	0,80
Exclusión financiera	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,70	0,70	0,90
Control directo del gasto	0,70	0,70	0,50	0,80	0,80	0,70	0,70	0,90	0,70	0,80	0,70
Dinero de curso legal	0,50	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70	0,80	0,80
Refugio en momentos de pánico bancario	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,70	0,60	0,90	0,70	0,80	0,80
Inexistencia de costes y comisiones de uso	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,80	0,70

El grafo correspondiente es el que sigue:



LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

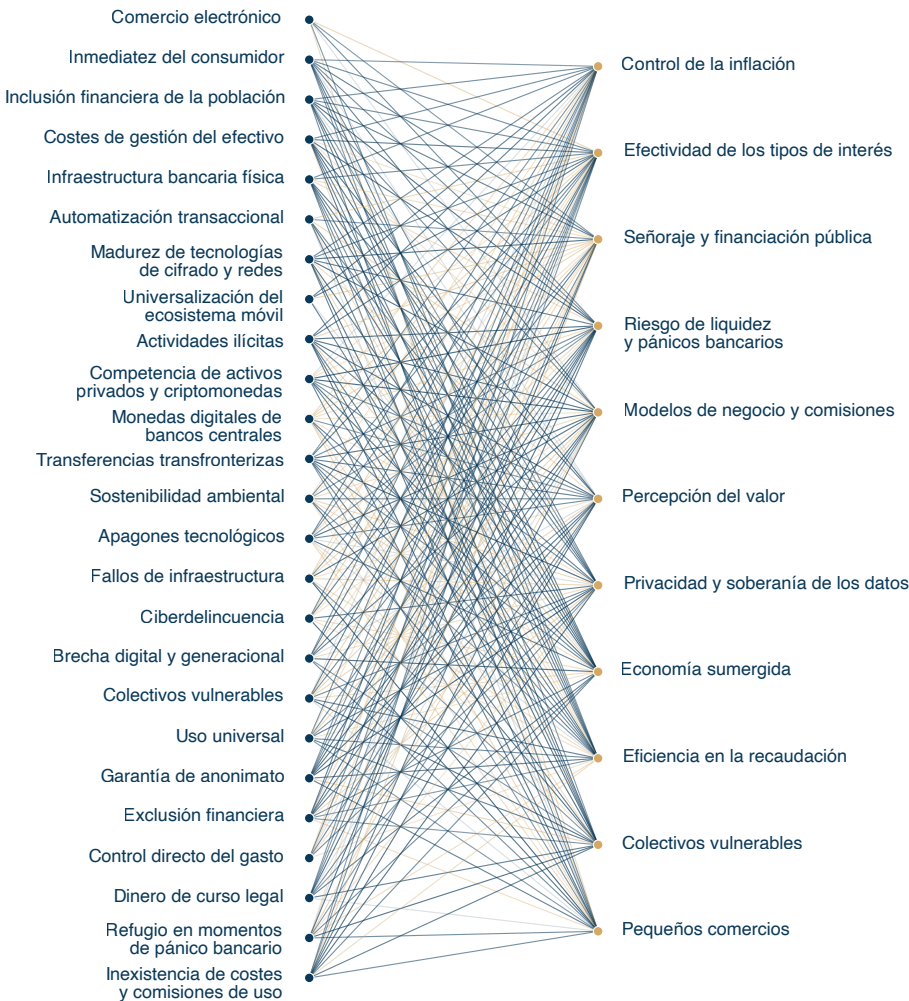
Y si buscamos la diferencia entre esta matriz de efectos totales y la matriz de efectos inicial obtendremos la matriz de efectos olvidados. Esta matriz recoge todas las relaciones de causa-efecto que no han sido tenidas en cuenta a la hora de plantear la matriz de relaciones de causalidad inicial.

La mostramos a continuación:

D – Efectos olvidados totales

Columna1	Control de la inflación	Efectividad de los tipos de interés	Señoraje y financiación pública	Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	Modelos de negocio y comisiones	Percepción del valor	Privacidad y soberanía de los datos	Economía sumergida	Eficiencia en la recaudación	Colectivos vulnerables	Pequeños comercios
Comercio electrónico	0,00	0,40	0,50	0,60	0,10	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,30
Inmediatez del consumidor	0,50	0,60	0,70	0,60	0,70	0,10	0,60	0,70	0,60	0,50	0,00
Inclusión financiera de la población	0,60	0,60	0,70	0,80	0,60	0,10	0,50	0,80	0,70	0,00	0,60
Costes de gestión del efectivo	0,60	0,70	0,20	0,80	0,20	0,80	0,80	0,70	0,70	0,80	0,20
Infraestructura bancaria física	0,60	0,60	0,30	0,30	0,00	0,70	0,70	0,80	0,60	0,60	0,60
Automatización transaccional	0,00	0,40	0,50	0,00	0,40	0,00	0,60	0,80	0,20	0,70	0,10
Madurez de tecnologías de cifrado y redes	0,60	0,60	0,80	0,70	0,80	0,30	0,00	0,80	0,30	0,80	0,70
Universalización del ecosistema móvil	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,70	0,00	0,00
Actividades ilícitas	0,70	0,70	0,40	0,80	0,80	0,80	0,70	0,40	0,70	0,80	0,80
Competencia de activos privados y criptomonedas	0,10	0,20	0,20	0,90	0,90	0,60	0,60	0,80	0,70	0,00	0,70
Monedas digitales de bancos centrales	0,30	0,40	0,40	0,30	0,20	0,50	0,20	0,70	0,60	0,30	0,40
Transferencias transfronterizas	0,50	0,70	0,00	0,60	0,80	0,70	0,90	0,60	0,70	0,70	0,50
Sostenibilidad ambiental	0,20	0,60	0,20	0,50	0,30	0,60	0,40	0,30	0,50	0,80	0,20
Apagones tecnológicos	0,60	0,50	0,30	0,50	0,80	0,60	0,10	0,70	0,10	0,20	0,30
Fallos de infraestructura	0,30	0,20	0,50	0,30	0,80	0,20	0,40	0,00	0,30	0,50	0,90
Ciberdelincuencia	0,60	0,40	0,70	0,20	0,20	0,00	0,70	0,30	0,20	0,00	0,80
Brecha digital y generacional	0,50	0,70	0,20	0,70	0,70	0,10	0,30	0,80	0,00	0,50	0,60
Colectivos vulnerables	0,10	0,70	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,30	0,70	0,80	0,10
Uso universal	0,60	0,20	0,00	0,60	0,40	0,50	0,70	0,20	0,60	0,70	0,50
Garantía de anonimato	0,50	0,50	0,60	0,80	0,80	0,80	0,90	0,00	0,70	0,40	0,70
Exclusión financiera	0,70	0,50	0,30	0,80	0,70	0,70	0,40	0,60	0,50	0,50	0,30
Control directo del gasto	0,30	0,60	0,30	0,10	0,60	0,20	0,60	0,00	0,20	0,00	0,00
Dinero de curso legal	0,50	0,50	0,60	0,80	0,10	0,60	0,50	0,70	0,00	0,70	0,10
Refugio en momentos de pánico bancario	0,20	0,10	0,80	0,00	0,40	0,50	0,20	0,60	0,30	0,80	0,60
Inexistencia de costes y comisiones de uso	0,50	0,50	0,40	0,70	0,70	0,80	0,80	0,60	0,30	0,70	0,60

A continuación, presentamos el grafo de los efectos olvidados:



LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

De todos los efectos olvidados que aparecen en la matriz se van a considerar los más relevantes:

D – Efectos olvidados totales

Diferencia entre la incidencia total y la directa. Valores > 0 indican efectos no considerados

	Control de la inflación	Efectividad de los tipos de interés	Señoreaje y financiación pública	Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	Modelos de negocio y comisiones	Percepción del valor	Privacidad y soberanía de los datos	Economía sumergida	Eficiencia en la recaudación	Colectivos vulnerables	Pequeños comercios
Comercio electrónico	0.00	0.40	0.50	0.60	0.10	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.30
Inmediatez del consumidor	0.50	0.60	0.70	0.60	0.70	0.10	0.60	0.70	0.60	0.50	0.00
Inclusión financiera de la población	0.60	0.60	0.70	0.80	0.60	0.10	0.50	0.80	0.70	0.00	0.60
Costes de gestión del efectivo	0.60	0.70	0.20	0.80	0.20	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80	0.20
Infraestructura bancaria física	0.60	0.60	0.30	0.30	0.00	0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60
Automatización transaccional	0.00	0.40	0.50	0.00	0.40	0.00	0.60	0.80	0.20	0.70	0.10
Madurez de tecnologías de cifrado y redes	0.60	0.60	0.80	0.70	0.80	0.30	0.00	0.80	0.30	0.80	0.70
Universalización del ecosistema móvil	0.70	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.70	0.00	0.00
Actividades ilícitas	0.70	0.70	0.40	0.80	0.80	0.80	0.70	0.40	0.70	0.80	0.80
Competencia activos privados y criptomonedas	0.10	0.20	0.20	0.90	0.90	0.60	0.60	0.80	0.70	0.00	0.70
Monedas digitales de bancos centrales	0.30	0.40	0.40	0.30	0.20	0.50	0.20	0.70	0.60	0.30	0.40
Transferencias transfronterizas	0.50	0.70	0.00	0.60	0.80	0.70	0.90	0.60	0.70	0.70	0.50
Sostenibilidad ambiental	0.20	0.60	0.20	0.50	0.30	0.60	0.40	0.30	0.50	0.80	0.20
Apagones tecnológicos	0.60	0.50	0.30	0.50	0.80	0.60	0.10	0.70	0.10	0.20	0.30
Fallos de infraestructura	0.30	0.20	0.50	0.30	0.80	0.20	0.40	0.00	0.30	0.50	0.90
Ciberdelincuencia	0.60	0.40	0.70	0.20	0.20	0.00	0.70	0.30	0.20	0.00	0.80
Brecha digital y generacional	0.50	0.70	0.20	0.70	0.70	0.10	0.30	0.80	0.00	0.50	0.60
Colectivos vulnerables	0.10	0.70	0.40	0.60	0.40	0.40	0.60	0.30	0.70	0.80	0.10
Uso universal	0.60	0.20	0.00	0.60	0.40	0.50	0.70	0.20	0.60	0.70	0.50
Garantía de anonimato	0.50	0.50	0.60	0.80	0.80	0.80	0.90	0.00	0.70	0.40	0.70
Exclusión financiera	0.70	0.50	0.30	0.80	0.70	0.70	0.40	0.60	0.50	0.50	0.30
Control directo del gasto	0.30	0.60	0.30	0.10	0.60	0.20	0.60	0.00	0.20	0.00	0.00
Dinero de curso legal	0.50	0.50	0.60	0.80	0.10	0.60	0.50	0.70	0.00	0.70	0.10
Refugio en momentos de pánico bancario	0.20	0.10	0.80	0.00	0.40	0.50	0.20	0.60	0.30	0.80	0.60
Inexistencia de costes y comisiones de uso	0.50	0.50	0.40	0.70	0.70	0.80	0.80	0.60	0.30	0.70	0.60



Efectos olvidados detectados

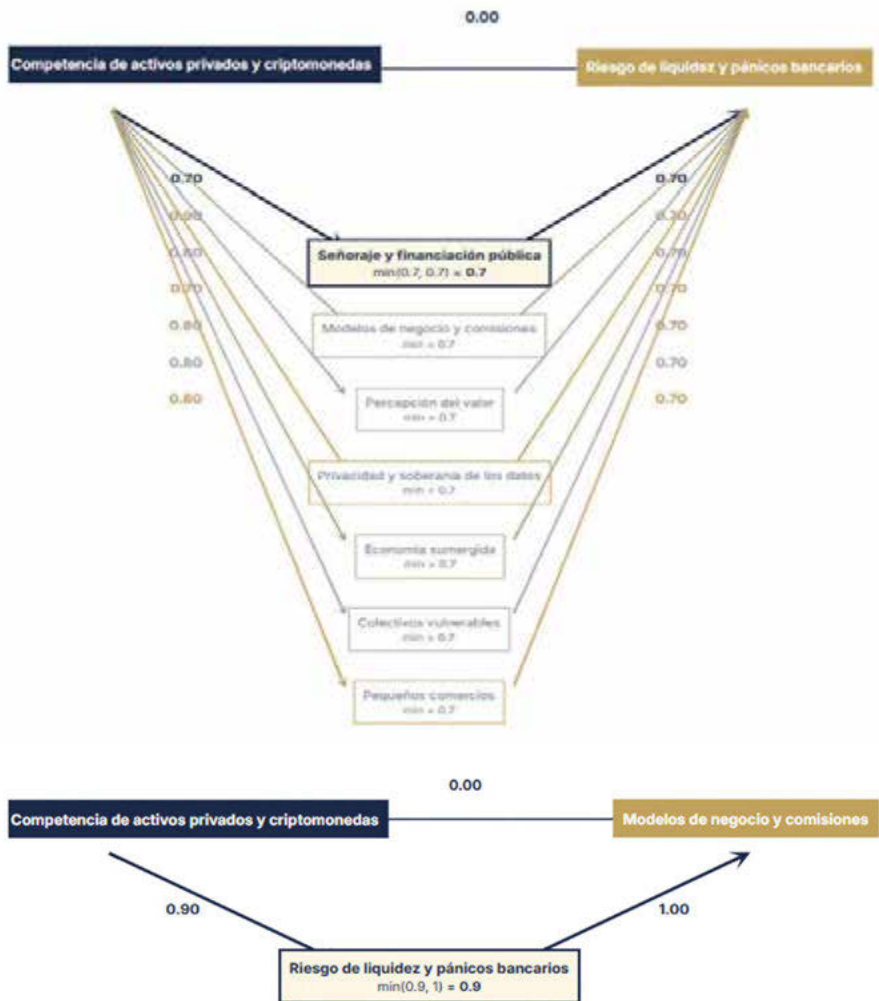
Se han encontrado **244** relaciones indirectas que no fueron consideradas en la valoración directa.

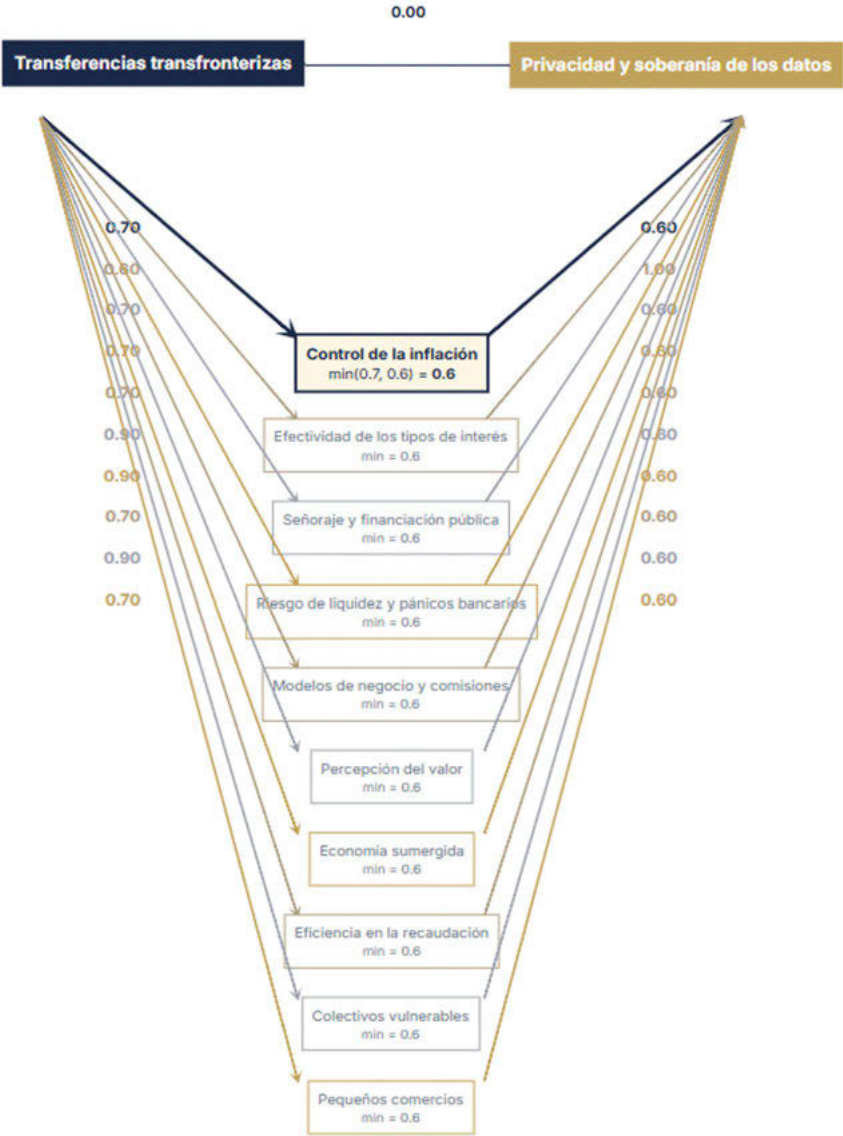
1	Competencia de activos privados y criptomonedas → Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	0.90
2	Competencia de activos privados y criptomonedas → Modelos de negocio y comisiones	0.90
3	Transferencias transfronterizas → Privacidad y soberanía de los datos	0.90
4	Fallos de infraestructura → Pequeños comercios	0.90
5	Garantía de anonimato → Privacidad y soberanía de los datos	0.90
6	Inclusión financiera de la población → Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	0.80
7	Inclusión financiera de la población -> Economía sumergida	0.80
8	Costes de gestión del efectivo → Riesgo de liquidez y pánicos bancarios	0.80
9	Costes de gestión del efectivo → Percepción del valor	0.80
10	Costes de gestión del efectivo → Privacidad y soberanía de los datos	0.80

Mostrando los 10 más significativos de 244 totales

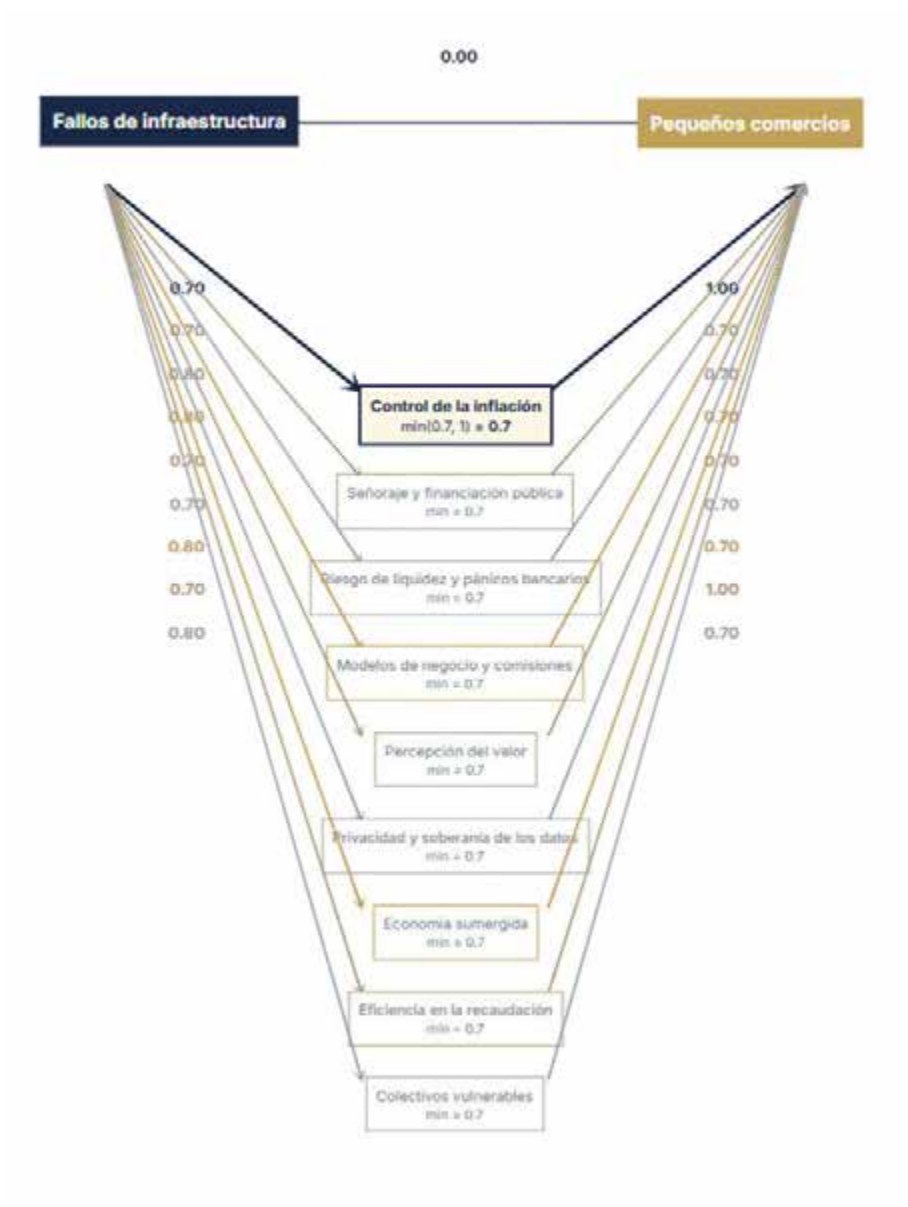
LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL

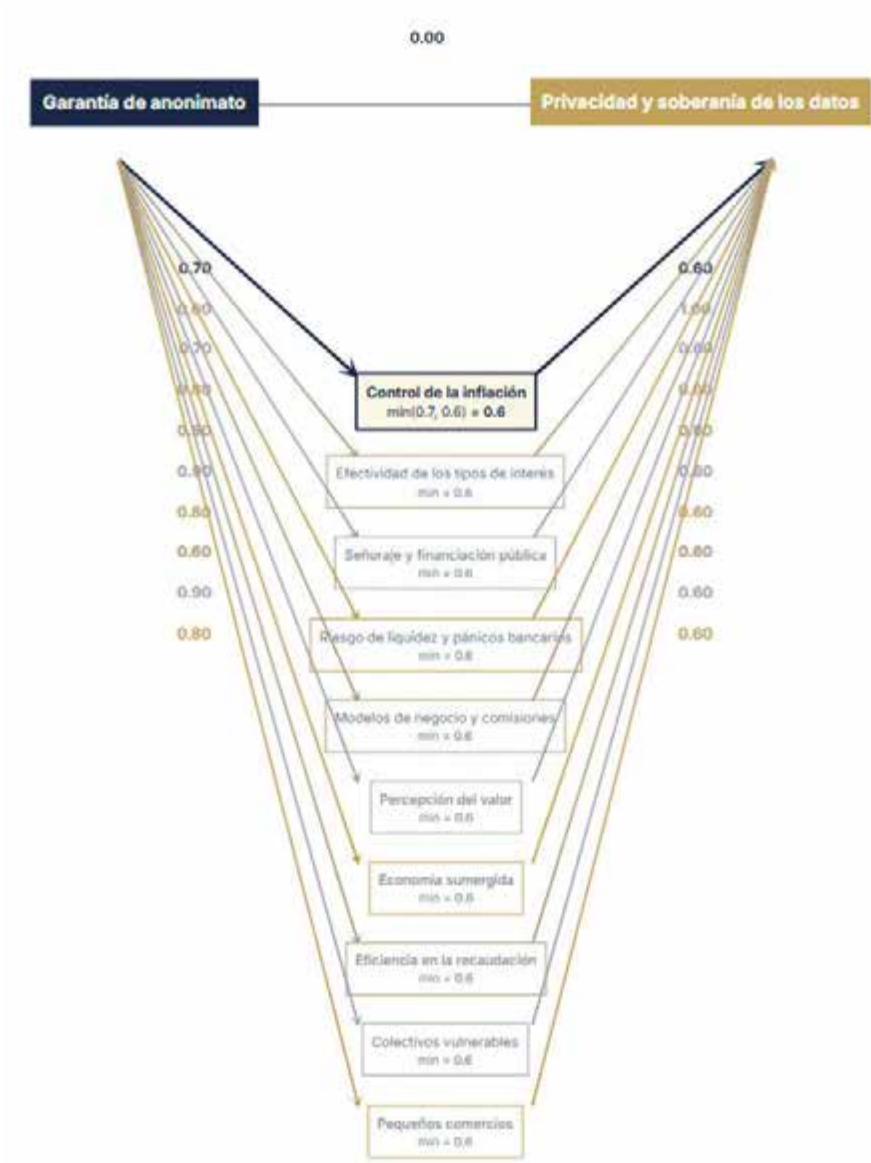
Y en los siguientes grafos podremos observar qué elementos son los que hacen que una relación aparentemente inexistente en realidad exista y condicione en gran medida los efectos:





LA DIGITALIZACIÓN DE LA MONEDA VS LA NECESIDAD DEL EFECTIVO:
UN ANÁLISIS ESTRUCTURAL





Referencias

- Banco Central Europeo. (2020). *Report on a digital euro*. europa.eu.
- Gil Aluja, J. (2023). Un Caudal Óptimo de Flujos para la Descarbonización. *RACEF*. ISBN: 978-84-09-48026-5.
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J. (1988). *Modelos para la investigación de los efectos olvidados*. Editorial Milladoiro.
- Lambert, C., Pancaro, C., & Pellicani, A. (2023). A digital euro: gauging the financial stability implications. *European Central Bank Financial Stability Review*, November 2023. https://www.ecb.europa.eu/press/financial-stability-publications/fsr/focus/2023/html/ecb.fsrbox202311_04~5f8d06f0d2.en.html

THE IMPACT OF NEW TECHNOLOGIES IN EUROPE AND THE TRANSITION TO THE DIGITAL EURO BY 2030. CHALLENGES, RISKS, AND OPPORTUNITIES FOR ROMANIA

Dr. Claudiu Negrea

*Director, Financial Market Infrastructure and Payments Monitoring
Department, National Bank of Romania*

Honored presidium, esteemed members of the Academy, distinguished representatives of the academic and university community, ladies and gentlemen,

It is a great pleasure to participate in this event hosted in collaboration with the Romanian and Barcelona Academy, institutions with a fundamental role in promoting scientific reflection, rigorous analysis and intellectual dialogue in Europe.

For me, this setting also has a personal significance, as I had the privilege of being a doctoral student of the Romanian Academy. This academic experience reinforced my belief that the major transformations affecting our economy and society must be understood not only from a technical perspective, but also through a broader analytical lens, taking into account their institutional, social and strategic implications.

The topic of today's intervention — the impact of new technologies in Europe and the transition towards the Digital Euro by 2030 — is particularly relevant in the current context – maintain the independence of Europe. Digitalization is reshaping financial services, payment infrastructures and the way citizens and businesses interact with money, more and more digital. At the same time, it raises important questions related to resilience, cybersecurity, data protection, financial inclusion and public trust.

Therefore, the digital euro currency should be considered not just a technological innovation, but as part of a broader transformation of the European

financial ecosystem, namely ensuring Europe's independence from a payments perspective and reducing dependence on card payment schemes or crypto assets used for value transfer. It is intended to complement cash, not replace it, while offering a secure, efficient and widely accessible form of central bank money in an increasingly digital economy.

For Romania, this transition brings both opportunities and challenges. While digital payments and financial innovation are expanding, structural issues such as the continued reliance on cash, uneven digital access, and differences in financial and digital literacy must be carefully addressed. In this respect, the success of the digital euro will depend not only on its technical design, but also on the ability to ensure accessibility, trust and inclusion for all categories of users.

From the perspective of the National Bank of Romania, and particularly of the Financial Market Infrastructures and Payments Oversight Department that I coordinate, these developments are closely monitored, as they are directly connected to the safety, efficiency and resilience of payment ecosystem. Our role is to follow these transformations carefully, assess their implications for the payment ecosystem and support innovation in a manner that preserves financial stability, security and confidence in our financial system and in Romanian leu.

1. Europe in the Age of Digital Transformation

Europe is undergoing a profound transformation driven by rapid technological innovation. Digital technologies such as artificial intelligence, blockchain, and fintech solutions are reshaping the financial sector and redefining how citizens interact with money.

At the same time, there is a significant shift from cash to digital payments, accelerated by changing consumer behavior, the expansion of mobile financial services and the increasing demand for instant, secure and seamless payment solutions and access to all financial services.

In this context, the European Union aims to:

- strengthen its digital economy,
- ensure financial and monetary sovereignty,
- reduce dependency on non-European payment infrastructures (card payment schemes) and
- support innovation while preserving trust, security and financial stability – in order to ensure safe, resilient and inclusive digital payment solutions.

A key initiative in this transformation is the development of the Digital Euro, designed to modernize the European monetary system while preserving trust in central bank money in an increasingly digital economy.

2. Understanding the Digital Euro

The Digital Euro is a central bank digital currency (CBDC) issued by the European Central Bank. It is intended to serve as a digital form of cash, accessible to both individuals and businesses.

It is important to emphasize that: it is not meant to replace cash entirely, but rather to complement it in an increasingly digital economy – it is envisaged to be an alternative to cash. It aims to preserve the role of central bank money in an increasingly digital economy, while offering a distinct digital payment solution with its own technical and operational characteristics.

Key characteristics include:

- instant, easy to use and secure payments,
- high levels of data protection,
- potential offline functionality, ensuring resilience,

- wide accessibility across the Eurozone,
- the possibility of supporting pan-European payment autonomy and reducing fragmentation in retail payments.

Fundamentally, the Digital Euro is designed as a functional substitute for cash, preserving its core attributes in a digital format — such as trust, accessibility and ease of use — while adapting them to a digital format and to the evolving needs of European retail payments.

3. The 2030 Horizon: Strategic Direction

By 2030, the Digital Euro could reach a more advanced stage of development and potential implementation, following ongoing pilot and testing phases.

The transition is likely to be gradual and integrated with:

- existing European payment systems (such as TIPS) and other market infrastructures, together with interoperable retail payment solutions,
- emerging digital identity frameworks,
- and digital wallets.

The broader strategic objective is to:

- create a secure, pan-European payment solution,
- maintain monetary sovereignty in the face of global digital currencies (crypto) and non-European payment solutions (card payment schemes);
- foster innovation within the European financial ecosystem and
- support a more integrated, resilient and competitive European payments market.

In this perspective, the Digital Euro should be seen as part of a wider European effort to modernize retail payments, strengthen autonomy and ensure that public money remains relevant in the digital economy.

4. Transformational Impact of New Technologies

New technologies are fundamentally transforming financial services by:

- enabling automation, efficiency and faster processing of financial transactions,
- accelerating the growth of fintech companies and new payment service providers,
- reshaping the role of traditional banking intermediaries and increasing competition in the provision of financial and payment services.

At the same time, consumer behavior is rapidly evolving:

- increasing reliance on mobile payments,
- preference for fast (preferably instant) and seamless transactions,
- growing trust in digital financial platforms,
- higher expectations regarding convenience, availability and user experience.

However, these developments also introduce risks, such as:

- digital exclusion,
- over-reliance on technological infrastructure,
- cybersecurity concerns:
 - operational resilience risks, including disruptions affecting critical payment services;
 - data protection and privacy risks;
 - new forms of fraud and misuse of digital channels.

Thus, technological progress is not purely beneficial—it requires careful management, effective oversight and a balanced approach between innovation, security, resilience and inclusion.

5. European-Level Challenges

One of the key challenges at EU level is the uneven degree of digital readiness across Member States and, in many cases, within Member States themselves.

Differences exist in:

- digital infrastructure,
- financial and digital literacy,
- access to banking services,
- the ability of vulnerable groups to access and use digital financial services effectively,
- levels of trust in financial institutions and in digital public solutions.

This creates a risk that the Digital Euro, if not properly implemented, could:

- increase inequality,
- marginalize vulnerable groups,
- deepen the gap between advanced and less developed economies.
- reduce trust and adoption if users perceive it as complex, inaccessible or insufficiently protective of privacy.

Therefore, inclusiveness must be a central design principle, not only from a technological perspective, but also in terms of accessibility, communication, education and distribution channels.

6. Romania's Context: Opportunities and Constraints

Romania presents a mixed landscape:

Strengths:

- rapid growth of fintech innovation,
- increasing adoption of digital payments in urban areas,
- increasing openness to financial technology,
- potential for further modernization of retail payment services.

Vulnerabilities:

- high reliance on cash transactions,
- relatively low financial and digital literacy,
- significant urban–rural disparities,
- uneven access to digital infrastructure,
- risk of limited adoption among elderly people, low-income users and digitally excluded groups.

As a result, Romania may face challenges in adopting the Digital Euro at scale, particularly among vulnerable populations. Therefore, the transition should be accompanied by targeted measures on financial and digital education, infrastructure development, user protection and accessible distribution channels.

7. Core Issue: Digital Euro as a Substitute for Cash

Cash has several defining characteristics:

- universal accessibility,
- ease of use,

- independence from technology,
- a degree of anonymity,
- immediate usability without the need for digital devices, connectivity or prior technical knowledge.

In contrast, the Digital Euro:

- requires digital access and basic technological skills or dedicated access channels,
- depends on infrastructure (devices, connectivity, payment acceptance networks),
- may introduce perceived or real barriers to access,
- arise concerns regarding privacy, trust and ease of use if not properly communicated and designed.

This creates a fundamental tension:

If the Digital Euro is expected to perform some of the functions currently fulfilled by cash, it must be designed and implemented in a way that does not exclude individuals who are not digitally integrated.

Therefore, the key issue is not whether the Digital Euro can technically replicate certain cash-like functions, but whether it can do so while preserving accessibility, trust, resilience and inclusion for all categories of users.

8. Strategic Solutions for Romania

To address these risks, Romania must adopt a comprehensive strategy focused on inclusion and a gradual approach.

1. Digital and Financial Literacy

- nationwide education programs,
- targeted support for elderly populations, vulnerable groups and digitally excluded users,
- awareness campaigns about digital payments, security practices and user rights,
- practical guidance on how to use digital payment instruments and mobile banking solutions safely and confidently.

2. Infrastructure Development

- expansion of internet access in rural and underserved areas,
- development of simple, low-tech digital wallet solutions,
- implementation of offline payment capabilities,
- use Posta Romana offices to address financial consumer's needs,
- support for reliable acceptance infrastructure, including in smaller merchants/postal officers and less connected areas.

3. Hybrid Models

- maintaining the coexistence of cash and Digital Euro,
- ensuring access through physical touchpoints (post offices, banks),
- introducing non-smartphone-based solutions (e.g. prepaid cards),
- ensuring that users can access and use the Digital Euro through multiple channels, not only through mobile applications.

4. Institutional Coordination

- proactive role of the National Bank of Romania, the government and other relevant public authorities,

- regulatory flexibility, within the applicable European framework,
- collaboration between public institutions and private sector (banks, fintechs and Posta Romana),
- continuous monitoring of adoption, operational resilience, consumer protection and financial inclusion effects.

Overall, the Romanian approach should aim to ensure that the Digital Euro, if implemented, strengthens the payment ecosystem without deepening existing digital, financial or territorial disparities

9. Alternative Approaches for Financial Inclusion

To ensure that no one is left behind, alternative solutions should be considered:

Digital Euro accessible via:

- cards instead of mobile applications,
- offline solutions for low-connectivity environments,
- simple and user-friendly interfaces, adapted to people with limited digital skills;
- assisted access through trusted physical points, such as banks, post offices or other public service locations.

Additional measures should include:

- preservation of cash as a long-term payment option,
- provision of basic bank accounts at low or no cost,
- interoperability with existing payment systems,
- clear safeguards for privacy, security and consumer protection;

- targeted communication to explain how the Digital Euro works, what rights users have and how risks can be avoided.

The success of the Digital Euro depends on adaptability to real social and economic conditions, not just technological design.

10. Strategic Recommendations

To ensure a balanced transition:

- adopt a gradual implementation approach,
- prioritize user-centered design, with a strong focus on accessibility and ease of use,
- conduct pilot programs, especially in rural areas and among vulnerable user groups,
- continuously monitor social impact, adoption levels, operational resilience and possible exclusion effects,
- maintain transparent communication with the public,
- ensure interoperability with existing payment systems,
- strengthen consumer protection, cybersecurity awareness and trust-building measures,
- coordinate actions among public authorities, payment service providers and relevant private-sector stakeholders.

The transition must be inclusive, not purely technological. Its success should be measured not only by technical implementation, but also by effective accessibility, public trust and the capacity to reduce — rather than reinforce — existing gaps in the payment ecosystem.

Conclusion

The Digital Euro represents a natural step in the evolution of money within a digital economy and a major initiative for preserving the role of central bank money in a rapidly changing payment landscape.

It offers significant benefits:

- efficiency and speed,
- enhanced security,
- strengthened monetary and strategic sovereignty,
- greater potential for pan-European payment integration,
- support for innovation in retail payments.

However, it also poses important risks, particularly in terms of financial inclusion, digital access, privacy, operational resilience and public trust.

For Romania, the key challenge is clear: balancing technological innovation with social inclusion. This means ensuring that the transition towards the Digital Euro is gradual, secure, accessible and adapted to Romania's real economic, social and infrastructural conditions.

Ultimately, the success of the Digital Euro should not be assessed only by its technical implementation, but by its capacity to strengthen trust in money, improve the payment ecosystem and ensure that no category of users is left behind.

Thank you for this opportunity, and I hope today's discussion will contribute to a deeper understanding of how Europe, and Romania in particular, can prepare for the next stage of digital transformation in payments. Cash and the Digital Euro will contribute to ensuring Europe's independence and maintaining European consumer confidence in the Euro.

UN ALGORITMO HUMANISTA DE ASIGNACIÓN DE PRODUCTOS FINANCIEROS A SEGMENTOS SOCIALES

Dr. Jaime Gil Aluja¹

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Pórtico de entrada al trabajo

La versatilidad de los algoritmos humanistas los hace idóneos para abordar la tarea que nos hemos impuesto, al elaborar un conjunto de procedimientos de cálculo, destinados a la creación de un sistema de circulación monetario óptimo, que permita armonizar aspectos que habitualmente se presentan tan dispares como la intimidad humana, la economicidad de empresas e instituciones y la convivencia de la vida en sociedad. Cada uno de estos **objetivos generales** se manifiesta a través de un conjunto de **propuestas específicas diferenciadas**, asignables a **segmentos de la actividad económica y social**.

En el ámbito de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, se han elaborado algunos algoritmos con resultados francamente positivos, uno de los cuales merece nuestra atención como prólogo a la elaboración de un procedimiento de cálculo destinado a la creación de un sistema de circulación mixta digital-efectivo.

Nos referimos al algoritmo para la creación de nuevos productos financieros adaptables a las necesidades de eventuales demandantes. En cierto modo, se deseaba, con ello, revertir completamente el sentido creador: en lugar de exigir que el demandante se adaptara a los productos financieros existentes en la institución bancaria, sería el banco quien procediera a la creación del producto deseado por el demandante.

¹ Miembro honorario de la Academia Rumana.

Aspectos técnicos de los algoritmos

Se inició la inmersión en este trabajo, con la **representación** de un nuevo producto financiero mediante un subconjunto borroso del referencial de unos criterios (características, cualidades y singularidades), valuados en el intervalo $[0, 1]$

Utilizamos para ello una correspondencia numérico-semántica en el sistema endecadario (en griego “ende”, once). Cualquier otra correspondencia y cualquier otro sistema pueden ser igualmente válidos.

Desde una perspectiva matemática formal, se acostumbra a definir un subconjunto borroso $\tilde{A}$, a partir de un conjunto referencial E, en donde $\tilde{A}$ está incluido en E:

$$\tilde{A} \subset E$$

La descripción de un subconjunto borroso $\tilde{A}$ tiene lugar expresando, para cada criterio, el “grado” o “nivel” en $[0, 1]$ que lo posee: 0, 0.1, 0.2, ..., 0.9, 1.

Así pues, si llamamos x a los elementos del conjunto de criterios, el grado o nivel en que cada uno de ellos es poseído por el producto financiero vendrá dado por una función, llamada función característica de pertenencia:

$$\mu_{\tilde{A}}(x)$$

Se puede, entonces, construir un subconjunto tal como el siguiente:

$$\begin{aligned} \forall x \in E \\ \mu_{\tilde{A}}(x) = \alpha, \alpha \in [0, 1] \end{aligned}$$

Así pues, el subconjunto borroso $\tilde{A} \in E$ quedará construido y definido por:

$$(E, \mu_{\tilde{A}}(x))$$

Ahora bien, para la utilización de un subconjunto borroso como definidor de un objeto físico o mental, en un problema surgido en nuestra sociedad, se utiliza la matemática de **lo finito y discontinuo**.

Veámoslo en el sencillo caso de la creación de un producto financiero, como parte de la estructura del estudio de un sistema de circulación monetaria.

La definición de un nuevo producto financiero, en nuestro caso, tiene lugar mediante ocho criterios: a, b, c, d, e, f, g, h. Se entiende que el objetivo a alcanzar, ahora, es la construcción de un algoritmo, no el resultado del problema planteado.

El referencial sería:

$$E = \{a, b, c, d, e, f, g, h\}$$

Y la opinión de los expertos, expresada mediante el grado o nivel de cumplimiento de cada criterio, es la siguiente:

$$\begin{array}{ll} \mu_{\tilde{A}}(a) = 0.5 & \mu_{\tilde{A}}(e) = 0.9 \\ \mu_{\tilde{A}}(b) = 0.3 & \mu_{\tilde{A}}(f) = 0.2 \\ \mu_{\tilde{A}}(c) = 0.8 & \mu_{\tilde{A}}(g) = 1 \\ \mu_{\tilde{A}}(d) = 0 & \mu_{\tilde{A}}(h) = 0.6 \end{array}$$

El subconjunto borroso $\tilde{A}$ sería representado de la siguiente manera:

	a	b	c	d	e	f	g	h
$\tilde{A}$ =	0.5	0.3	0.8	0	0.9	0.2	1	0.6

La teoría de los subconjuntos borrosos nace con la publicación de la obra de Lotfi A. Zadeh, en 1965, Fuzzy Sets² y su incorporación al ámbito de las ciencias sociales se debe a los trabajos de A. Kaufmann y J. Gil Aluja.³

Nos hallamos, ya, en disposición de mostrar, de manera sencilla, el proceso de elaboración de un algoritmo con base en la teoría de la asignación para la creación de productos financieros destinados, específicamente, a capas sociales predeterminadas, con unas necesidades conocidas.

El tránsito desde este algoritmo a uno relativo a la circulación monetaria mixta dinero digital-dinero efectivo, no debe comportar problemas adicionales de estructura excesivos.

Vamos a partir del supuesto que el grupo de expertos han proporcionado las necesarias informaciones para construir los subconjuntos borrosos que describen los **productos existentes en el mercado**, con su “grado” o “nivel” de los criterios definidores.

Trabajos previos a la construcción del algoritmo

La labor previa a la elaboración del algoritmo empieza por la obtención de los subconjuntos borrosos que describen, cada uno de ellos, un producto financiero existente en el mercado.

Las informaciones que reciben provienen de los expertos y constituyen los criterios que definen cada producto, su naturaleza y el grado o nivel en $[0, 1]$ que es poseído, según **la percepción** obtenida de sus eventuales compradores.

2 Zadeh, L. A.: “Fuzzy Sets”. Information and Control, 8 de Junio de 1965.

3 La primera obra conjunta, publicada por Kaufmann y Gil Aluja es: “Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas”. (1986).

En nuestra simulación, y para una mayor fluidez en el relato, se supone la existencia de 6 productos financieros únicamente, considerando solo 8 características. En un tratamiento de la realidad estas cifras serían muy superiores.

La recogida de la información de los expertos nos permite obtener los siguientes descriptores de los productos:

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim_1}$	0.4	0.8	0.9	0.8	0.5	0.6	0.8	0.5

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim_2}$	0.7	0.4	0.8	0.9	0.9	0.8	1	0.6

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim_3}$	0.5	0.6	0.7	0.4	0.9	0.4	0.9	0.5

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim_4}$	0.8	0.9	0.6	0.7	0.8	0.6	0.9	0.4

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim_5}$	0.9	0.7	0.8	0.9	0.4	0.8	0.5	0.7

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$P_{\sim 6}$	0.2	0.5	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9	0.6

Que es el conjunto referencial de productos financieros:

$$E_1=\{P_{\sim j} / j= 1, 2, ...,6\}$$

Así como los subconjuntos borrosos que describen a los demandantes.

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$T_{\sim 1}$	0.7	0.5	0.8	0.2	0.4	0.6	1	0.5

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$T_{\sim 2}$	0.9	0.3	0.6	0.8	0.7	0.4	0.8	0.7

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$T_{\sim 3}$	0.3	0.7	0.9	0.6	0.8	0.7	0.4	0.9

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$T_{\sim 4}$	0.8	0.6	0.8	0.4	0.9	0.7	0.5	0.8

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
$T_{\sim_5}$	0.6	0.8	0.4	0.7	0.9	0.3	0.6	0.2

Conjunto referencial:

$$E_2 = \{ T_k / k= 1, 2, ...,5\}$$

Tanto los subconjuntos borrosos que describen los productos financieros existentes en el mercado, como los que definen la intención de compra por parte de los demandantes han sido construidos en relación al conjunto de criterios:

$$E_3 = \{ C_i / i= 1, 2, ...,8\}$$

Descripción de las fases o etapas del algoritmo

Pasamos, seguidamente, a enumerar las fases o etapas del algoritmo, cuyo objetivo es la asignación óptima de los productos financieros existentes en el mercado a los eventuales demandantes, definidos, productos y necesidades de los demandantes, mediante subconjuntos borrosos, del referencial del conjunto de criterios, expresados en su “grado” o “nivel” poseído en cada producto.

El desarrollo del algoritmo tiene lugar mediante las etapas o fases siguientes:

Fase 1: Establecimiento de las relaciones de “alejamiento” entre oferta y demanda de los productos financieros.

Utilizaremos el operador de distancia relativa de Hamming:

$$\delta \left(P_{\sim_{i'}} T_{\sim_k} \right) = \frac{d \left(P_{\sim_{i'}} T_{\sim_k} \right)}{n} = \frac{1}{n} \sum \left| \mu_{i,j}^{(p)} - \mu_{i,j}^{(t)} \right|$$

$$i= 1, 2, \dots, p$$

$$j= 1,2, \dots, t$$

y se tiene:

$$\delta(P_{\sim_1}, T_{\sim_1}) = \frac{1}{8} (|0.4 - 0.7| + |0.8 - 0.5| + |0.9 - 0.8| + |0.8 - 0.2| + |0.5 - 0.4| + |0.6 - 0.6| + |0.8 - 1| + |0.5 - 0.5|) = \frac{1.6}{8} = 0.200$$

$$\delta(P_{\sim_1}, T_{\sim_2}) = \frac{1}{8} (|0.4 - 0.9| + |0.8 - 0.3| + |0.9 - 0.6| + |0.8 - 0.8| + |0.5 - 0.7| + |0.6 - 0.4| + |0.8 - 0.8| + |0.5 - 0.7|) = \frac{1.9}{8} = 0.237$$

$$\delta(P_{\sim_1}, T_{\sim_3}) = 0.200 ; \quad \delta(P_{\sim_1}, T_{\sim_4}) = 0.275 ; \quad \delta(P_{\sim_1}, T_{\sim_5}) = 0.250$$

$$\delta(P_{\sim_2}, T_{\sim_1}) = 0.200 ; \quad \delta(P_{\sim_2}, T_{\sim_2}) = 0.187 ; \quad \delta(P_{\sim_2}, T_{\sim_3}) = 0.275$$

$$\delta(P_{\sim_2}, T_{\sim_4}) = 0.200 ; \quad \delta(P_{\sim_2}, T_{\sim_5}) = 0.300 ; \quad \delta(P_{\sim_3}, T_{\sim_1}) = 0.175$$

$$\delta(P_{\sim_3}, T_{\sim_2}) = 0.212 ; \quad \delta(P_{\sim_3}, T_{\sim_3}) = 0.250 ; \quad \delta(P_{\sim_3}, T_{\sim_4}) = 0.175$$

$$\delta(P_{\sim_3}, T_{\sim_5}) = 0.200 ; \quad \delta(P_{\sim_4}, T_{\sim_1}) = 0.225 ; \quad \delta(P_{\sim_4}, T_{\sim_2}) = 0.187$$

$$\delta(P_{\sim_4}, T_{\sim_3}) = 0.275 ; \quad \delta(P_{\sim_4}, T_{\sim_4}) = 0.225 ; \quad \delta(P_{\sim_4}, T_{\sim_5}) = 0.175$$

$$\delta(P_{\sim_5}, T_{\sim_1}) = 0.250 ; \quad \delta(P_{\sim_5}, T_{\sim_2}) = 0.212 ; \quad \delta(P_{\sim_5}, T_{\sim_3}) = 0.225$$

$$\delta(P_{\sim_5}, T_{\sim_4}) = 0.175 ; \quad \delta(P_{\sim_5}, T_{\sim_5}) = 0.325 ; \quad \delta(P_{\sim_6}, T_{\sim_1}) = 0.275$$

$$\delta(P_{\sim_6}, T_2) = 0.287 ; \delta(P_{\sim_6}, T_3) = 0.250 ; \delta(P_{\sim_6}, T_4) = 0.275$$

$$\delta(P_{\sim_6}, T_5) = 0.300$$

Fase 2: Estas distancias son reunidas en una matriz de distancias (alejamiento) $[A]_{\sim}$, que reproducimos a continuación:

$\curvearrowright$	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
P_1	.200	.237	.200	.275	.250
P_2	0.200	0.275	.250	.200	.300
P_3	.175	.212	.250	.175	.200
P_4	0.225	.187	.275	.225	.175
P_5	.250	.212	.225	.175	.325
P_6	.275	.287	.250	.275	.300

Fase 3: Se construye una matriz de “acercamiento”, $\bar{A}_{\sim}$ con hallar la matriz complementaria de $[A]_{\sim}$ que, en nuestro caso, es:

$\curvearrowright$	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
P_1	.800	.763	.800	.725	.750
P_2	.800	.725	.750	.800	.700
P_3	.825	.788	.750	.825	.800
P_4	.775	.813	.725	.775	.825
P_5	.750	.788	.775	.825	.675
P_6	.725	.713	.750	.725	.700

Con la obtención de esta matriz borrosa de “acercamiento” finaliza lo que podríamos denominar fase de cálculo de informaciones del algoritmo. Procede, ahora, pasar a su proceso operacional de esta información.

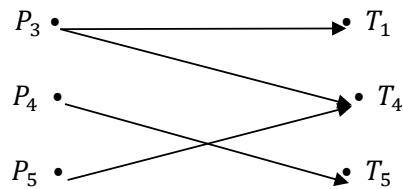
Fase 4: Se inicia con la búsqueda del valor más elevado de la matriz borrosa $[\tilde{A}]$. En nuestro caso se halla en los elementos (P_3, T_1) , (P_3, T_4) , (P_4, T_5) , (P_5, T_4) . Estos elementos determinan, según la fila y la columna a la que pertenecen el producto financiero que se asigna a cada elemento concreto del conjunto de demandantes.

El caso que estudiamos, es muy común en la realidad de los mercados. En él, se observa que un mismo producto P_3 queda asignado **mecánicamente** a dos demandantes, el T_1 y T_4 .

Así mismo, a un único demandante, el T_4 le resultan asignados dos productos distintos, el P_3 y el P_5 . ¡Atención!: a efectos de creación de nuevos productos, en el primer supuesto puede haber una carencia de producto financiero, P_3 , y en el segundo un exceso de oferta de productos, P_3 y P_5 . En el caso del producto financiero P_3 **puede** existir una “cierta” compensación en la demanda sujeta esta a la capacidad de absorción de los respectivos demandantes.

Todo ello es solo estrictamente válido si se parte de la existencia de un mercado con estabilidad en el origen.

La siguiente representación gráfica, muy simple, puede ayudar a una más rápida comprensión formal del mecanismo:



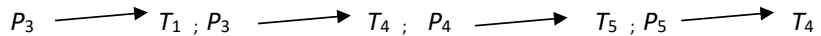
La asignación del producto financiero P_4 al demandante T_5 resulta automático, no sucede lo mismo con los productos P_3 y P_5 y con los demandantes T_1 y T_4 .

Se impone un criterio complementario a escoger entre los siguientes:

- a) Establecer el máximo de asignaciones posibles. Esto es posible solo si en el algoritmo se incluye una fase que indique: cuando un producto se puede asignar a más de un demandante, escoger aquel que es el único receptor de este producto. Cuando un receptor es asignado por más de un producto, se escoge aquel producto que únicamente es asignado a este grupo. Se tiene, en nuestro caso:



- b) Establecer la posibilidad de asignaciones múltiples. Se trata de que un producto puede ser asignado a varios demandantes y todo demandante puede ser receptor de varios productos financieros. Este criterio recoge tanto el caso de productos complementarios como sustitutivos. Se tiene en nuestro caso:



Fase 5: Tanto si se utiliza uno y otro criterio, siempre en la hipótesis de disponer de las cantidades necesarias para cubrir la compra de todos los demandantes para todos los productos, en las asignaciones obtenidas, se procede a eliminar de la matriz $[\tilde{A}]$ las filas y columnas correspondientes a las asignaciones realizadas. Queda entonces la siguiente matriz de orden inferior:

	T_2	T_3
P_1	.763	.800
P_2	.725	.750
P_6	.713	.750

Fase 6: Se inicia de nuevo el proceso con esta matriz de orden inferior, escogiendo el elemento con el valor más elevado que corresponde a $P_1 \longrightarrow T_3$, que determina la asignación del producto financiero P_1 al elemento del conjunto de demandantes T_3 :

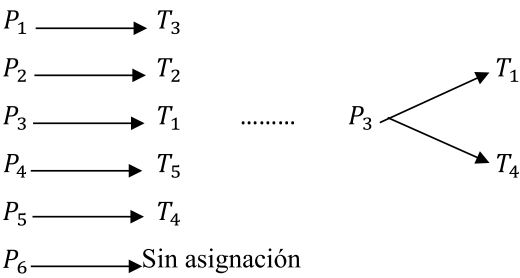
$$P_1 \longrightarrow T_3$$

Fase 7: Se elimina, entonces, la fila P_1 y la columna T_3 de la anterior matriz y queda la siguiente de orden inferior:

	T_2
P_2	<div><div></div><div>.725</div></div>
P_6	<div><div></div><div>.713</div></div>

Fase 8: De nuevo se escoge el mayor de los valores para establecer la asignación: se trata del producto P_2 al demandante T_2 .

Fase 9: Las asignaciones son, pues:



A modo de conclusión para abrir nuevos caminos

Se ha establecido, con este planteamiento, por una parte la descripción de un conjunto de productos financieros a asignar y, por otra, la descripción de un conjunto de demandantes, a los que pueden, presuntamente, serles asignados estos productos.

Queda constatada explicitado, también, que cuando $m > s$ quedarán productos financieros (elementos del conjunto E_1) sin asignar. No existe demanda significativa alguna para estos productos. Son, por tanto, productos financieros que no tienen cabida en la situación del mercado por nosotros diseñada.

Por el contrario, si $s > m$ existirán demandantes (elementos del conjunto E_2) a los que no se les podrán asignar producto financiero alguno, existirá, entonces, un déficit en la oferta que pondrá en evidencia la oportunidad de creación de un nuevo producto financiero.

Conviene recordar aquí, una vez más, que son **los criterios** de los productos financieros (elementos del conjunto E_3), que a su vez son los criterios exigidos de los productos por parte de los demandantes, quienes actúan de lazo de conexión entre los productos financieros (elementos del conjunto E_1) y los eventuales demandantes (elementos del conjunto E_2). Serán, pues, los grados o niveles de las características C_i / $i = 1, 2, \dots, n$, los que servirán para hallar la idoneidad de la asignación.

Con objeto de valorar esta idoneidad, vamos a recordar algunos operadores que representan matemáticamente criterios de decisión adecuados a los fines que se desea alcanzar.

Uno de ellos, que acabamos de utilizar, se sustenta en una noción de distancia, como la distancia de Hamming, la euclídea o una de las de Minkowski.

No vamos a insistir en la utilización de un operador de distancias, que lo acabamos de utilizar, pero sí señalar que en algunas ocasiones, hay operadores que se adaptan más a las necesidades del problema concreto que se desea tratar. En estos casos puede resultar útil un operador que hemos denominado **coeficiente de adecuación**.

Se recurre a este operador cuando, para un criterio (elemento del conjunto E_3), el grado o nivel que posee un producto financiero (elemento del conjunto E_1) sobrepasa el nivel establecido para el demandante (elemento del conjunto E_2).

El “excedente”, no proporciona ni mayor ni menor apreciación. Solo se produce una penalización cuando el grado o nivel es inferior al demandado. Esto es válido para todos los criterios, es decir, para todos los elementos de E_3 .

El operador denominado “Coeficiente de adecuación” se puede expresar, matemáticamente, de la siguiente manera:

Para cada criterio del producto financiero, elemento del conjunto E_1 , se hace:

$$f_i(P_j, T_k) = 1 \wedge (1 - \tau_i^{(k)} + \mu_i^{(j)})$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, m$$

$$k = 1, 2, \dots, s$$

Cuando se tienen en cuenta la totalidad de los criterios del producto financiero, se dispone:

$$f_i(P_j, T_k) = \sum_{j=i}^m [1 \wedge (1 - \tau_i^{(k)} + \mu_i^{(j)})]$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$k = 1, 2, \dots, s$$

que constituye el coeficiente de adecuación total.⁴

Se obtiene el coeficiente de adecuación relativo, dividiendo el total por el cardinal del conjunto E_3 , es decir, por el número de criterios del producto financiero, **n**. Será entonces:

⁴ Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.: “Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas”. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela 1986, pág. 148-150.

$$\varphi(p_j, T_k) = \frac{f(p_j, T_k)}{n} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m [1 \wedge (1 - (1 - \tau_i^{(k)} + \mu_i^{(j)}))]$$

Existen otros operadores capaces de adaptarse a diferentes situaciones que la realidad puede plantear. En nuestra exposición se han considerado los supuestos: el primero que desea reflejar el caso en que los valores más reducidos son preferibles (operadores de distancias) y el segundo en el que son los valores más grandes los preferidos (coeficiente de adecuación). Y ello con independencia que en este último operador no se priman ni penalizan el sobregrado o sobrenivel de las cualidades poseídas por un producto financiero.

MONEY, WORK AND HUMAN AUTONOMY IN AN ALGORITHMIC ECONOMY

Sr. Ovidiu Slăvoiu

Strategy Consultant, Cryptocurrencies and digital currency office, Strategic Projects Department, National Bank of Romania



Introduction

Today, I would like to explore a topic that extends beyond the traditional boundaries of monetary and central banking issues, yet one that I believe deserves our attention. And it starts with a question:

What happens to human beings - meaning, purpose, and autonomy - when the economy as we know it changes faster than our institutions and regulations can follow?

The image above (generated with an AI tool) captures the tension I want to explore. On one side: exploitation, debt, intensity – where work is a mean

for survival and a source of dignity. On the other: knowledge, freedom, algorithmic efficiency – work becomes a voluntary pursuit of meaning. The figure in the middle is dissolving – half human, half digital. I deliberately asked the AI system to generate the two extremes in an over realistic manner. And the machine executed pretty accurately, I would say.

And this is the question I intent to explore in this material: who are we becoming in an economy increasingly shaped by machines? Do we have a say in it?

In search of purpose

Before stepping into the ideas and frameworks, I want to start with a simple question: *what remains uniquely human when intelligence, productivity, and financial decisions are no longer exclusively human?*

I personally don't have a complete answer. The usual, conventional conversation about AI focuses on jobs - which ones disappear, which ones are created. It is definitely an important discussion. However, what AI is beginning to affect is deeper: the psychological and social foundations through which people understand what they are worth, what they contribute, and why it matters. And that is a civilization question, not a labor market related one.



Modern societies are built on a seemingly self-evident assumption: you work, work generates contribution, contribution earns income, income brings recognition. And recognition brings dignity. This chain is so deeply embedded in our day-to-day life that we rarely reflect on it. Still, it is the invisible fabric

of the civic routine in any society. In this routine, money has ceased to be merely a tool for many people around the world (not for all); it became a symbol of autonomy and freedom. And, for the same people, work has become more than a means of survival – it became an identity badge. In the meanwhile, AI has come along... and apparently it is breaking the chain depicted above precisely in the contribution-income link. How shall we preserve our dignity, in this case?

AI and human economic relevance

Every time new technology arrived, people feared the same thing: that machines would make humans economically irrelevant. And each time, we were wrong: new jobs emerged, productivity grew, life improved. So, why should we worry now?

It might be different this time due to at least four reasons. The first is **speed**: previous revolutions took decades. AI adoption takes months. Second one is the **scope**: this time it is our cognitive work that is threatened, not the physical labor. It is the human creativity that is being challenged. The third one, **self-improvement**: we cannot imagine a steam engine enhancing on its own; AI increasingly contributes to its own improvement, and it does so at an accelerating pace. Last but not least, **ownership concentration**: the gains from previous industrial revolutions were eventually spread to a larger population, while the economic gains generated by AI appear to be concentrated among a relatively small number of actors. History provides reassurance, but not certainty.

These four reasons, and potentially many others, are behind a structural shift. As mentioned before, AI increasingly automates not just physical tasks, but also the cognitive labor - analysis, judgment, creativity, even financial decision-making. And this economic value generates income flows not to workers, but to what is coldly called “algorithmic capital”: the models, the data, the computing infrastructure, and the companies that own them. Or to people holding those companies.

This raises at least two new questions:

- *What happens when income becomes disconnected from contribution?*
- *Can societies preserve dignity without the anchor of traditional economic usefulness?*

Financial and algorithmic literacy for human autonomy

The risks implied by these questions are significant: cognitive dependency, loss of financial self-awareness, passive consumption, social fragmentation. These are not hypothetical, they are already observable in digital and social behavior. But the opportunities are equally real: AI can democratize access to knowledge in ways that were previously impossible. It can increase inclusion, reduce barriers for population segments and geographies, and expand educational opportunities.

The difference between the risk path and the opportunity path is not technological. It is a choice about governance, about institutional design, about the values we embed in these systems while they are still being built.

Financial literacy - budgeting, saving, credit, investment - remains necessary. But in an algorithmic economy, it is no longer sufficient. The new threats are invisible: behavioral nudges embedded in platform design; or AI recommendations that optimize for the platform's model (and revenues), not our welfare. A citizen who is fully competent in traditional financial literacy can still be disadvantaged in this environment, because the tools being used for extracting and monetizing our data and behavioral patterns are not visible in a bank statement.

This is why I would like to introduce an emerging concept and societal narrative on a new competency: **algorithmic literacy**. Which means the ability to understand how digital systems shape your economic behavior, recognizing manipulation, understanding the economic value of one's data; or preserving the

ability to autonomously make your own decisions. Financially literate citizens today need to understand algorithms as much as they understand interest rates.

Role of financial institutions when finance becomes invisible

Finance is becoming frictionless, embedded in everything, invisible: one-click payments, AI assistants, autonomous subscriptions, programmable money (see stablecoins). Each of these is in fact one step further towards more convenience. But, when spending becomes invisible, economic decision-making itself risks becoming invisible, too, because there is no more trigger for that decision. The dilemma is whether individuals will remain active economic actors or become passive participants in systems optimized by a small number of actors for objectives that may not always align with users' interests.

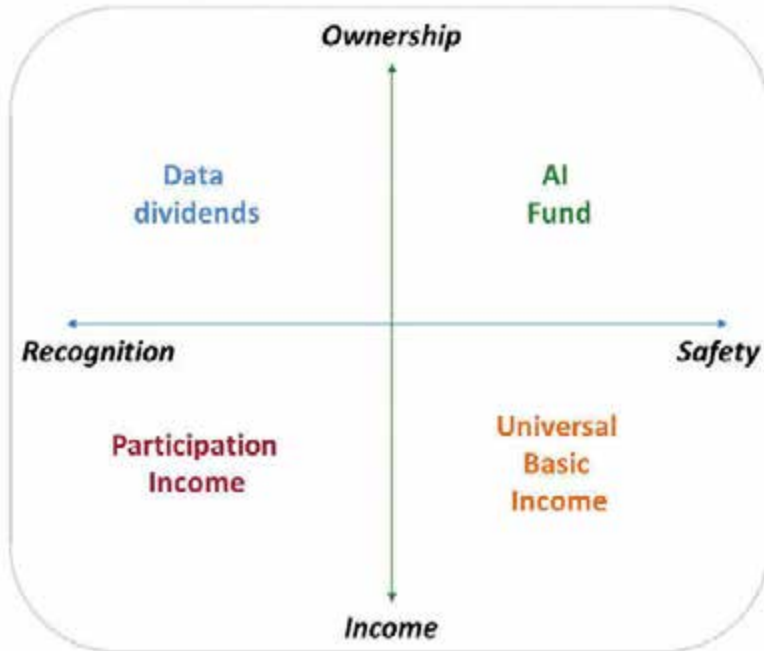
Financial stability has always depended on sound policy. It also depends on the cognitive resilience of citizens. A population unable to critically engage with the financial systems that shape its daily life may itself become a source of financial vulnerability. This suggests a concrete role for public institutions, including central banks: support algorithmic literacy, build resilience against manipulation, promote inclusive digital finance, and maintain trustworthy public monetary infrastructure.

The evolution I am describing is a shift from a purely regulatory role toward one centered on safeguarding stability, trust, and human autonomy. If the chain described at the beginning of this material breaks, the question is not whether to respond, but how.

The matrix below maps four distinct approaches, and I invite you to decode it together.

- The horizontal axis runs from **recognition** - mechanisms that connect income to some form of contribution - to **safety**, which prioritizes material security regardless of contribution.

- The vertical axis runs from **income** to **ownership** – it should capture the returns from AI-generated productivity. There are several paradigms these days that try to give an orientation for what is coming.



I bring into this discussion four such solutions debated or proposed by politicians, thinkers, or even by the technology plutocrats and place them in the matrix above:

- **Universal Basic Income (UBI)** sits in the safety-income quadrant: it is unconditional, universal, straightforward in logic, genuinely difficult in fiscal scale;
- **participation income** moves toward recognition – it is rooted in what counts as contribution in care, education, community work which needs to be recognized;

- **data dividends** reframe the debate entirely: if AI derives its value from our data, we, the citizens hold a productive asset whose returns are currently taken by platforms. Some of the dividends should return to the “production factor” owners;
- **sovereign AI fund** moves toward public ownership in the hands of a larger base of citizens – following the same logic as Norway’s oil fund, but applied to the technology defining our age.

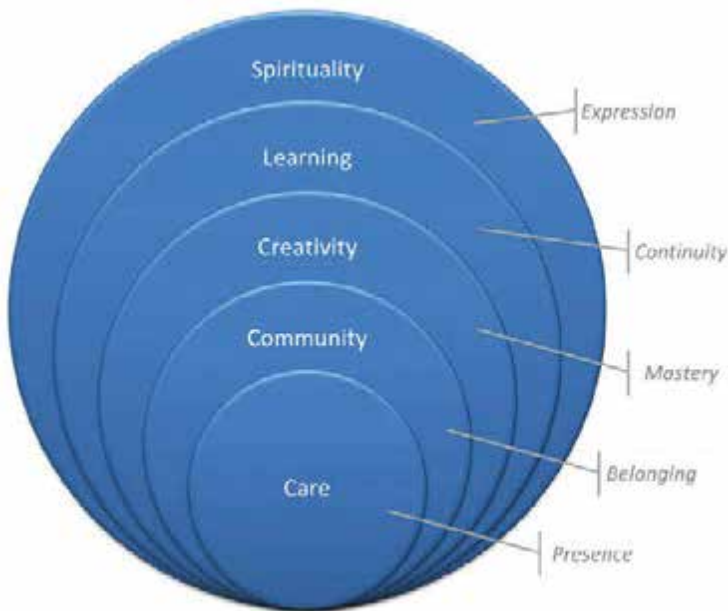
An intuitive conclusion might be that no single mechanism solves our problems. Material security and social recognition pull in different directions. Any serious response should consider a portfolio approaches such as those outlined above.

The Meaning Economy

The previous ideas address the material problem. But humans are more complex than that. If optimization becomes abundant - if machines can do most things faster, cheaper, and more accurately than humans - then meaning may become scarce. And in economics, scarcity creates value... right?

The activities in the diagram below - care, community, creativity, learning, spirituality - share one common characteristic: they are fundamentally human. Not because machines cannot simulate them, but because their value comes precisely from human presence within them. One cannot automate genuine care or manufacture authentic belonging.

The question is whether our institutions can develop a new mechanism to recognize and sustain these activities, but not as charity or leisure, but as genuine economic and social value. That is a design challenge.



Final reflection

The industrial era had a clear answer to the question of human value: productivity. Who contributed to output, earned their place. The algorithmic era has not yet answered that question. And it is not a rhetorical one.

Coming back to the initial question - *how will societies define human value and dignity when intelligence, productivity, and financial decision-making are no longer exclusively human?* I don't think economics alone can answer it. I don't think any single institution can answer it alone.

But I do believe that the people in this room – economists, researchers, policymakers, and central bankers – are precisely the people who should be asking it. And asking it seriously, before technological and economic realities answer it on our behalf.

Sources and references

- Aldasoro, I., Gambacorta, L., Korinek, A., Shreeti, V., & Stein, M. (2024). Intelligent financial system: How AI is transforming finance (BIS Working Paper No. 1194). Bank for International Settlements.
- Cazzaniga, M., et al. (2024). Gen-AI: Artificial intelligence and the future of work. IMF Staff Discussion Note. International Monetary Fund.
- European Central Bank. (2025). Digital euro project. Frankfurt am Main: European Central Bank.
- Massachusetts Institute of Technology. Initiative on the Digital Economy (IDE).
- Miao, F., Holmes, W., Huang, R., & Zhang, H. (2021). AI and education: Guidance for policy-makers. UNESCO.
- OECD. (2024). OECD/INFE survey instrument to measure digital financial literacy. OECD Publishing.
- Stanford University. Human-Centered Artificial Intelligence Institute (HAI).
- Brookings Institution. (n.d.). Artificial Intelligence research. Brookings Institution.
- World Economic Forum. (2025). The Future of Jobs Report 2025.

QUELQUES APERÇUS DE L'ÉCONOMIE HUMANISTE

Dr. Valeriu Ioan-Franc¹
Membre de l'Académie Roumaine

Mme. Dorina Gheorghe²
*Rédacteur scientifique principal, Centre d'information et
de documentation économique de l'Académie Roumaine*

L'économie humaniste ne doit en aucun cas être perçue comme une conception opposée à la richesse, mais comme une solution pour garantir l'accès à ses bienfaits au plus grand nombre.¹²

Le bien-être partagé, tel que promu par l'École de Barcelone d'économie humaniste, transcende la dimension purement économique du concept et a le potentiel de remédier en profondeur aux faiblesses actuelles de la société capitaliste, renforçant ainsi le cadre de l'expression démocratique des citoyens.

L'avancée scientifique de l'École de Barcelone d'économie humaniste dans le développement du concept d'économie humaniste et des concepts qui y sont englobés – bien-être partagé, accès élargi aux ressources, etc. – s'avèrera essentielle dans un avenir proche. Une observation et une analyse attentives des évolutions géopolitiques et géoéconomiques actuelles, caractérisées par une concurrence féroce pour les ressources et un niveau élevé de conflits, un affaiblissement du rôle des organisations internationales et, en fin de compte, du droit international, ainsi qu'une augmentation sans précédent des disparités au sein des États et entre eux, nous amènent à considérer que nous nous trouvons dans une fenêtre d'opportunité pour la transition vers une écono-

1 Membre de l'Académie royale des sciences économiques et financières de l'Institut d'Espagne et du Barcelone Economic Network. Directeur général adjoint de l'Institut national de recherche économique «Costin C. Kiritescu» de l'Académie Roumaine.

2 Doctorante, Académie roumaine, École supérieure d'études de l'Académie roumaine (SCO-SAAR), École doctorale des sciences économiques, Institut national de recherches économiques «Costin C. Kirişescu».

mie humaniste. Nous pouvons donc affirmer, en préambule de notre essai, qu'une économie humaniste représente à la fois une nécessité et une priorité pour résoudre les problèmes complexes auxquels l'humanité est actuellement confrontée.

1. L'ensemble et les fragments de la sciences économiques

« Accélérer la productivité » devrait également être la solution de la perspective humaniste sur l'économie et la seule, de surcroît, qui conduirait à ce que nous souhaitons tous : le « bien-être partagé » !

« Alimentée » par ce que nous avons identifié comme la nécessité d'« aligner » les objectifs des entreprises privées sur l'intérêt général, « accélérer la productivité » ne signifie pas un retour à un concept économique propre à l'ère industrielle, mais une « rematérialisation » de l'économie, en accord avec les besoins réels des populations et leur accès élargi aux produits de l'activité économique. Autrement dit, une répartition plus équitable des résultats économiques serait assurée et, enfin et surtout, le gaspillage serait réduit, condition essentielle d'un développement véritablement durable.

Sans aucun doute, la théorie économique actuelle dispose de tous les atouts pour anticiper l'avenir des entreprises et de l'économie en général, en tenant compte d'une multitude de facteurs, plus ou moins évidents. Et elle l'a fait dans d'innombrables études appartenant à diverses écoles de pensée. Cependant, la concrétisation des scénarios proposés par la théorie économique est fortement influencée par les choix humains et, surtout, par le contexte économique, social et politique dans lequel elle s'inscrit. Qu'on le veuille ou non, la politique gouverne l'économie, et les situations où les rôles s'inversent sont extrêmement rares et indésirables (soulèvements populaires, coups d'État, révolutions, etc.).

Dans cette perspective, le rôle de la science économique dans la prévention des situations où les tensions sociales accumulées engendrent des bouleversements politiques, économiques et sociaux soudains devient primordial ;

et la nécessité d'une approche holistique de l'économie, évoquée dès le début de notre essai, s'impose.

La science économique devra s'inspirer de la médecine : mieux vaut prévenir que guérir ! C'est pourquoi il est crucial de porter une attention accrue aux « symptômes » révélateurs qui se manifestent aujourd'hui dans l'économie et qui requièrent une prise en charge adéquate, dans la perspective d'un avenir économique véritablement humaniste.

2. Humanisme économique vs économie humaniste

À l'opposé des valeurs de l'individualisme, les communautariens sont dominés par l'idéologie selon laquelle le groupe prime sur l'individu, ce qui conduit logiquement à la prééminence du social sur l'économique.

De prime abord, dans l'approche communautarienne, la question du « bien-être » semble plus facile à résoudre que dans le cadre d'une perspective libérale. Cependant, cette impression est immédiatement contredite par les difficultés engendrées par l'intégration de valeurs économiques telles que le choix collectif, l'équité ou la justice sociale.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier l'expérience traumatisante de certains États d'Europe de l'Est et du Sud-Est, et d'ailleurs, conséquence de l'exacerbation de certaines pseudo-valeurs de la perspective communautarienne.

C'est pourquoi le principal défi de l'économie humaniste est de parvenir à une synthèse crédible et viable des deux perspectives, individualiste et holistique/communautarienne, qui ne constituent actuellement que des représentations partielles de la réalité économique. De toute évidence, une telle approche ne remet pas en cause les valeurs libérales de l'individualisme, qui sont, par essence, sous-tendues par l'humanisme. Le but de cette synthèse, son objectif, n'est autre que d'éliminer les excès d'un libéralisme poussé à l'extrême, d'un individualisme cynique, et de trouver les solutions les plus

« libérales » et démocratiques afin que le plus grand nombre de citoyens possible puisse accéder aux fruits de l'activité économique et en bénéficier.

Considérer la notion de « protection sociale » sous l'angle de la théorie des biens publics fait partie intégrante de cette approche synthétique, selon nous, et pourrait constituer un lien solide entre employeurs et employés, permettant ainsi de réduire les profondes inégalités qui persistent aujourd'hui dans la répartition des richesses.

3. Le développement durable – un envoi moral

La solution proposée par K. Arrow pour évaluer le bien-être s'est révélée irréaliste, compte tenu de la nature contradictoire des quatre conditions. L'auteur lui-même l'a reconnu et a lancé un défi pour l'avenir, défi qui englobe évidemment nos débats actuels : « Les implications philosophiques et distributives du paradoxe du choix social restent floues. Bien sûr, il n'existe pas de solution simple. J'espère que pour d'autres, ce paradoxe sera un défi et non un obstacle décourageant. »

Nous faisons peut-être partie de ces « autres » auxquels l'économiste américain s'adressait il y a 50 ans, et les évolutions contemporaines nous montrent que l'économie, la société dans son ensemble, ne nous laissent plus beaucoup de temps pour résoudre l'équation du bien-être équitablement partagé, sans lequel il est difficile, voire impossible, d'imaginer un développement durable ! L'héritage de K. Arrow est à la fois complexe et exigeant, et trouver des solutions viables sans manifester un esprit d'entreprise affirmé dans nos recherches sera impossible ! « L'esprit d'entreprise est essentiel à la recherche. Toute recherche comporte des risques, requiert l'allocation de ressources limitées et un esprit d'organisation », nous rappelait Theodore W. Schultz.

Mais il nous faut plus encore ! Des fonds ! Des fonds pour l'éducation et la recherche, tous deux ! Sans une population dotée d'une solide éducation économique et financière, et sans une recherche scientifique capable de réagir rapidement à la multitude et à la dynamique des changements contemporains,

nous risquons de voir le développement durable rester longtemps un concept plutôt qu'une réalité économique !

C'est pourquoi nous nous souvenons de la mise en garde de Theodore Schultz : « Considérer toutes les dépenses publiques en matière d'éducation (et de recherche) comme des dépenses sociales, ou comme un moyen d'utiliser les ressources au détriment de l'épargne, est une erreur fondamentale. »

4. Humanisme et durabilité

Sur la « redécouverte » de l'équilibre naturel. Il nous semble impossible d'identifier l'acteur économique et politico-économique, qu'il s'agisse d'une personne, d'une organisation, d'une autorité, etc., capable de répondre à des questions telles que : comment et dans quelle mesure consommer/utiliser les ressources de la planète pour assurer un développement durable ? De telles questions sont des pièges ; elles ne servent que les défenseurs du profit !

La réponse est simple ! Nul ne devrait avoir le droit de définir les besoins de l'être humain, car, à l'instar des empreintes digitales, ils sont uniques ! L'histoire nous a amplement démontré que toute tentative ignorant cet aspect était vouée à l'échec.

La solution à ce problème complexe de la diversité et, implicitement, la solution au développement durable, est unique : l'ÉDUCATION ! On a beaucoup écrit sur l'éducation en général, et sur l'éducation économique en particulier. Aujourd'hui, au gré des évolutions économiques contemporaines, on parle beaucoup d'éducation financière des jeunes, de la nécessité et des techniques d'épargne, ou encore des moyens efficaces d'investir. Il est facile de constater qu'en substance, toute cette « éducation » est orientée vers le seul but de maximiser les revenus, le profit en dernier ressort.

Or, cet objectif même est, selon nous, erroné. Continuer à assimiler le revenu, dans sa définition actuelle, à la qualité de vie est peut-être la plus grande erreur de la science économique contemporaine !

Indéniablement, le revenu a été et demeure un indicateur important de la qualité de vie. Le problème majeur, et en même temps difficile à résoudre, réside dans le fait que l'économie continue de considérer le revenu, presque exclusivement, comme une ressource financière disponible pour la consommation de biens, biens dont la finalité serait la satisfaction des individus. Or, de même que l'être humain n'est pas que matière, la satisfaction humaine ne peut être exclusivement matérielle ! Ce devrait être le point de départ de toute démarche pédagogique en économie, et la science économique est appelée à proposer au plus vite une nouvelle solution pour la définition opérationnelle du concept de revenu.

Des tentatives théoriques ont déjà été entreprises. On se souvient notamment de Georgescu-Roegen qui, cherchant à identifier une équation générale de la valeur, conclut que « le véritable produit du processus économique n'est pas un flux matériel, mais un flux psychique – le plaisir de vivre que ressent chaque individu au sein de la population ». Citant à son tour deux autres économistes américains, Frank Fetter et Irving Fisher, Georgescu-Roegen démontre que c'est précisément « ce flux psychique qui constitue la notion pertinente de revenu dans l'analyse économique ».

On peut dire que des progrès ont été réalisés sur la voie qui mène de l'homo sapiens à l'homo oeconomicus, mais cet objectif ne sera atteint que lorsque la science économique, confrontée aux limites de la vie sur Terre, sera capable de rendre opérationnelle cette définition du revenu.

5. Les valeurs éthiques de l'économie. Et de la recherche scientifique économique

Il est temps, à notre avis, que les chercheurs d'aujourd'hui, à l'instar des Anciens – Platon, mais aussi Pythagore, Aristote, Socrate et bien d'autres –, des classiques Adam Smith, Francis Bacon, Thomas Hobbes, etc., ou encore de Constantin Noica et de sa correspondance avec l'économiste Gheorghe Staicu, s'engagent dans le débat public et recherchent des solutions aux problèmes auxquels sont confrontés l'économie de marché et, implicitement, le capitalisme et la démocratie.

En effet, une telle approche pourrait bien être la seule solution permettant de « réécrire les manuels d'économie, dont l'interprétation est restée, à bien des égards, trop dogmatique au regard des réalités économiques mondiales », comme nous l'avons montré dans un article paru il y a quelque temps.

Enfin, et surtout, c'est par « l'humanisation du savoir » que la science acquerrait véritablement des vertus morales. Depuis des siècles, la science, y compris la science économique, est mise « au service de l'homme », rendant ainsi possible l'apparition de la dynamite, de la bombe atomique ou les crises économiques. En « humanisant » la science, on entend qu'elle vise à apporter des « bienfaits à l'humanité » et, de ce fait, fournir le cadre nécessaire à la réalisation de la seconde condition : la refonte du système économique actuel.

Nous sommes pleinement conscients de la difficulté d'un tel processus. Cependant, nous sommes convaincus de la nécessité de définir et de développer le cadre épistémologique indispensable à ce type d'économie véritablement « nouveau », qui est assurément le seul capable de supprimer la polarisation et les inégalités engendrées par l'économie de marché actuelle, mais aussi de conférer à l'économie une nouvelle dimension morale.

En faisant passer la finalité principale de l'activité économique de la « maximisation du profit » – l'acquisition de richesses – à l'acquisition du « bien-être », nous ne comprenons pas l'« égalitarisme », la « propriété commune » ni d'autres concepts qui ont démontré leur incohérence ces dernières années. Par « bien-être partagé », nous entendons l'accès du plus grand nombre possible de personnes aux fruits de l'activité économique, la réduction des inégalités existantes dans la répartition des richesses et des disparités existantes dans la rémunération/l'appréciation de la valeur du travail en fonction de la zone géographique, du pays, de l'économie, en définitive, dans laquelle chaque personne naît et vit.

6. Homo sapiens sapiens et la désacription de homo oeconomicus

L'économie financière n'est-elle pas apparue elle aussi comme une solution « verte » pour surmonter les limites imposées par les nouvelles normes environnementales en matière de maximisation continue des profits ?

L'abandon par l'administration américaine de la convertibilité du dollar en or (15 août 1971), considéré par certains comme « le plus grand acte d'expropriation des temps modernes », a mis fin au système de Bretton Woods et a donné un formidable élan à l'économie financière, en accélérant le processus de « dématérialisation » de l'économie au point que la monnaie, du moins en tant que monnaie mondiale, est devenue une « fiction fonctionnelle ».

Cette décision, que nous oublions trop facilement lorsque nous analysons les causes des crises économiques contemporaines, représente, selon nous, le moment de la consécration dans nos vies du nouveau « dieu » : l'argent, quel que soit le nom qu'on lui donne ! L'immatérialité de l'argent a permis d'accumuler, en un temps extrêmement court, une richesse autrefois inimaginable, qui donne aujourd'hui à ses détenteurs la possibilité de revendiquer des droits et de se comporter, à leur tour, comme des « dieux » !

En fin de compte, ce n'est pas l'accumulation de richesses qui nous inquiète, sachant, en tant qu'économistes, qu'elle restera, aux côtés d'autres objectifs bien connus, au fondement de l'activité économique, mais les comportements déviants qu'elle peut engendrer et les fins immorales auxquelles elle pourrait servir.

Nous sommes convaincus que ces aspects indésirables peuvent être évités si, et seulement si, on trouve les ressources et les moyens permettant à la distribution des richesses de véritablement générer le bien-être de toute l'humanité.

L'économie humaniste ne peut plus être considérée comme un simple idéal aujourd'hui ! L'orientation future des économies vers un bien-être équitablement partagé est un impératif, sans quoi nous risquons de nous diriger tout droit vers un monde où l'homme sombre dans la misère.

7. Intelligence artificielle et les risques potentiels de « déshumanisation » de l'économie

Sous la pression de ce que nous avons maintes fois qualifié de « profit à tout prix », il semble que nous ayons complètement oublié un proverbe que l'on retrouve, sous diverses formes, dans toutes les économies du monde : « aller trop vite nuit au travail » ou « rapidité et qualité ne font pas bon ménage » !

Nul n'ignore que, malgré les avertissements répétés des scientifiques, l'innovation dans le domaine de l'intelligence artificielle progresse sans cesse, au détriment de sa réglementation.

Les grands investisseurs dans le développement de l'intelligence artificielle, qui ne sont pas sans rappeler les personnes les plus riches du monde, semblent avoir totalement oublié, ou pire, ignorer complètement les leçons de l'histoire que nous sommes tenus de rappeler chaque fois que cela s'avère nécessaire pour nous faire comprendre : ni Nobel ni Einstein n'étaient conscients du potentiel destructeur de leurs découvertes, et leurs contemporains n'ont pas su réglementer comme il se doit l'utilisation de ces découvertes, incontestablement majeures. Plus grave encore, nos préoccupations concernant les évolutions dans ce domaine sont perçues par les grands investisseurs et, plus généralement, par le monde des affaires, comme des freins au développement de l'intelligence artificielle. La dernière étude Deloitte sur l'adoption de l'intelligence artificielle générative (IA générative), intitulée « L'état de l'IA générative en entreprise : quelles sont les prochaines étapes ? », révèle que « trois des quatre principaux freins à la mise en œuvre de l'IA générative sont liés aux risques, à savoir les préoccupations relatives à la conformité réglementaire (36 %), la complexité de la gestion des risques (30 %) et l'absence de modèle de gouvernance (29 %) » !

Il est difficile de déterminer s'il s'agit d'une erreur d'interprétation de la part des entreprises ou d'une manœuvre délibérée visant à retarder la réglementation étatique dans ce domaine. Quoi qu'il en soit, l'objectif de la communauté scientifique est de soutenir les efforts des États pour réglementer au plus vite les évolutions de l'intelligence artificielle, afin de préserver les valeurs humaines.

8. Sur l'humanisme et les conflits en économie

Il y a plus de vingt ans, l'académicien Thierry de Montbrial, membre honoraire de l'Académie royale espagnole des sciences économiques et financières (RACEF) et de l'Académie roumaine, recensait dans son ouvrage « Action et système-monde » les quatre causes fondamentales (ou combinaisons de celles-ci) des conflits : « les différends territoriaux, les rivalités entre communautés (ethniques, religieuses...) pour l'exercice du pouvoir sur un territoire donné, la concurrence pour le contrôle des ressources économiques, les oppositions idéologiques ».

La soif de profit illimitée, ou l'avidité, comme l'exprimait Alain Greenspan, des grandes entreprises de l'industrie d'armement, conjuguée à l'ignorance, à l'incompétence, voire, dans le pire des cas, à l'inconscience de certains gouvernements, figure parmi les principaux facteurs de turbulence de l'ordre mondial.

Cependant, le désordre des relations internationales n'est pas systématiquement le principal facteur d'incertitude économique. Or, les économies, dont le moteur et la raison d'être sont la maximisation du profit, souvent à n'importe quel prix, figurent parmi les causes de la dégradation et de l'instabilité de l'ordre mondial !

C'est pourquoi nous proposons d'ajouter une cinquième cause aux quatre causes fondamentales de conflits identifiées par Thierry de Montbrial : la soif de profit économique !

Le besoin actuel d'une économie véritablement humaniste, en quête du bien-être partagé et non du profit à tout prix, et caractérisée par la modération et non par la soif de profit, est plus criant que jamais. Nous sommes convaincus qu'elle constitue la seule solution viable pour un monde meilleur, plus sûr et, surtout, plus stable.

La Guerre froide a invalidé l'aphorisme « Si vis pacem, para bellum » (Si tu veux la paix, prépare la guerre), ou du moins a démontré que son application menait à une course aux armements perpétuelle, aux coûts exorbitants, payés, au final, au détriment de notre bien-être à tous. Par conséquent, nous proposons, comme une mise à jour du vieil aphorisme et, pourquoi pas, une forme possible d'expression synthétique de la vision économique humaniste de la sécurité, la formule : « Si vis pacem, praebet bonum omnibus » (Si tu veux la paix, offre le bien-être à tous).

9. Économie humaniste – condition préalable et garantie d'équilibre dans les relations internationales

Le bien-être du citoyen devient, ou devrait devenir, l'épicentre des politiques européennes, tant sur le plan économique et social que sur celui de la sécurité.

Progressivement, l'économie de marché (totalement) libre montre ses limites face aux nouveaux défis auxquels l'humanité est confrontée : risques de catastrophes naturelles liés au changement climatique, inégalités engendrées par une polarisation des richesses sans précédent, fragmentation géopolitique et exacerbation des rivalités entre les grandes puissances économiques mondiales.

Remettre l'accent du capital sur le citoyen est aujourd'hui une nécessité, tant pour les économies que, surtout, pour les démocraties du monde. Cela ne signifie pas que les démocraties libérales, fondées sur l'économie de marché, soient devenues anachroniques, mais qu'elles doivent s'adapter rapidement à une réalité toujours plus complexe et dynamique. La nature, l'ampleur et la gravité des risques et des menaces auxquels l'humanité est confrontée aujourd'hui exigent, dans la plupart des cas, des budgets colossaux que seuls les États ou les unions d'États peuvent mobiliser.

Cette réalité, désormais bien établie, nous oblige à repenser le rôle de l'État dans l'économie. Si, jusqu'à la fin du siècle dernier, l'intervention de

l'État dans l'économie était considérée comme inacceptable, ou du moins exceptionnelle, la crise économique et financière de 2008 l'a rendue quasi indispensable. L'État, par ses capacités, est devenu incontournable pour résoudre les crises successives qu'a connues l'humanité ces dernières décennies.

Mais il ne faut pas oublier que ce pouvoir considérable dont disposent les États, ou les unions d'États, représente aussi une immense menace lorsqu'il est utilisé de manière irrationnelle ou malveillante. La solution pour éviter de tels développements, catastrophiques dans les cas les plus célèbres de l'histoire (dictatures autoritaires, hitlérisme, communisme, etc.), est, à notre avis, unique : le rétablissement du rôle et des fonctions des États, ainsi que de l'ordre international en général, sur la base des principes humanistes que promeuvent de plus en plus de courants de pensée.

L'Europe ne manque pas de projets, mais ce qui semble lui faire défaut, c'est leur homogénéité, leur unité autour d'un concept intégrateur, unanimement accepté par tous les États membres, voire par l'ensemble de la communauté internationale, artisan de la paix, en définitive : le bien-être partagé !

10. Les limites de la résilience et la nécessité d'une réinitialisation en Roumanie

Un examen objectif des perspectives de l'économie roumaine montre que les principales orientations de développement, que nous qualifierions d'impératives, n'ont pas été fondamentalement modifiées par les crises de la dernière décennie. Celles-ci ont plutôt agi comme un accélérateur de transformations, de toute façon nécessaires.

C'est pourquoi la rapidité de réaction et le rythme des transformations que nous proposons deviennent essentiels, ces deux paramètres dépendant de la réduction ou de l'aggravation de l'écart entre l'économie roumaine et les économies développées du continent ouest-européen.

Un paramètre déterminant pour surmonter/corriger les déséquilibres actuels est, selon nous, de concentrer les efforts sur les secteurs/orientations économiques prioritaires, c'est-à-dire les secteurs dans lesquels la Roumanie dispose à la fois d'un potentiel et d'opportunités de marché. Le plan d'action de la Commission européenne pour le développement, par exemple, de la production biologique, qui vise à consacrer 25 % des terres agricoles à l'agriculture biologique dans l'UE d'ici 2030, ainsi qu'à stimuler le développement significatif de l'aquaculture biologique, offre par conséquent à la Roumanie une formidable opportunité d'investir en priorité dans ces domaines et de conquérir une part importante du marché européen des produits biologiques.

Notre propos n'est ni indicatif ni limitatif ; il vise simplement à inviter les décideurs à réfléchir à la nécessité, peut-être plus que jamais dans l'histoire de la Roumanie depuis décembre, d'établir au plus vite un profil national visionnaire et objectif, tant au regard de notre potentiel que des créneaux et opportunités que le marché européen nous offre encore. Il est tout aussi important d'obtenir le consensus de toutes les parties prenantes à l'élaboration d'une véritable stratégie nationale, conçue et capable de soutenir tout plan de développement s'inscrivant dans la durée d'un cycle électoral. Relancer le développement économique de la Roumanie, et pas seulement, n'est possible que dans ces conditions ; autrement, nous n'avons d'autre choix que d'espérer tout au plus une reprise, qui, toutefois, ne permettra pas de réduire l'écart actuel avec la moyenne de l'UE.

TEORÍA DE LA AGRUPACIÓN Y ALGORITMOS HUMANISTAS EN LA ERA DEL MACHINE LEARNING

Dra. Montserrat Guillén Estany
*Académica de Número de la Real Academia de
Ciencias Económicas y Financieras*

La **teoría de la agrupación** ocupa un lugar central en la teoría de la decisión contemporánea y, de manera cada vez más evidente, en el desarrollo de sistemas de *machine learning* o aprendizaje automático.

Agrupar significa clasificar, sintetizar y reducir la complejidad de la realidad para facilitar la toma de decisiones.

La **agrupación** aparece en prácticamente todos los algoritmos de decisión. Un sistema de recomendación agrupa usuarios según comportamientos similares; un algoritmo médico clasifica pacientes en categorías de riesgo; un modelo financiero segmenta inversiones según perfiles de volatilidad. Incluso cuando el algoritmo no utiliza explícitamente técnicas de agrupación denominada *clustering*, el método subyacente consiste en organizar elementos heterogéneos en conjuntos relativamente homogéneos. La agrupación permite transformar información compleja y multidimensional en una magnitud interpretable y, posteriormente, en decisiones operativas.

Desde los algoritmos de decisión básicos hasta los actuales sistemas de inteligencia artificial, los algoritmos operan identificando similitudes, patrones y estructuras comunes entre datos. En el centro de todos los algoritmos de *machine learning*, la función de pérdida (*loss function*) convierte cada dato en un elemento de pérdida, por ejemplo, un error. La suma de las transformaciones de los errores, por ejemplo, sus cuadrados o valores absolutos, son agrupados o simplemente sumandos, utilizando ponderaciones que dan más o menos importancia a cada uno de los datos.

Sin embargo, en una sociedad dominada por decisiones automatizadas regidas basadas únicamente en datos masivos, surge una cuestión fundamental: ¿puede la agrupación algorítmica incorporar valores humanistas y éticos sin perder eficiencia matemática?

Desde una perspectiva matemática, la agrupación puede entenderse como un mecanismo de reducción de dimensionalidad. La realidad suele describirse mediante múltiples variables simultáneas: edad, renta, localización, preferencias, historial clínico o rendimiento académico. Para que un sistema de decisión sea eficiente, necesita simplificar esa complejidad. Primero se homogeneizan las unidades de medida mediante normalización o estandarización; posteriormente, se sintetizan dimensiones correlacionadas en estructuras más manejables. Técnicas como el análisis de componentes principales o los métodos de agrupación jerárquica buscan precisamente esa simplificación estructural.

Esta **reducción de dimensionalidad** no es un mero proceso técnico. Implica una elección sobre qué características se consideran relevantes y cuáles quedan relegadas. En consecuencia, toda agrupación contiene una determinada visión del mundo. Un algoritmo que agrupa personas según variables económicas prioriza criterios distintos a otro que enfatiza factores sociales o culturales. Por ello, los algoritmos humanistas no pueden limitarse a optimizar métricas matemáticas; deben reflexionar sobre los valores incorporados en el propio proceso de agrupación.

La teoría de la decisión ha desarrollado diversos **criterios clásicos** para seleccionar alternativas bajo incertidumbre. Uno de los más conocidos es el criterio **Maximin**, asociado a una actitud pesimista. Según esta regla, **el decisor elige la alternativa cuyo peor resultado posible sea el mejor entre todos los mínimos disponibles**. Este criterio refleja prudencia y aversión al riesgo, siendo frecuente en contextos donde las consecuencias negativas pueden ser graves.

En el extremo opuesto aparece el criterio **Maximax**, que representa una visión optimista. Aquí **el decisor selecciona la alternativa con el mejor resultado potencial absoluto**. Este enfoque privilegia las oportunidades máximas aun

cuando implique asumir riesgos elevados. En muchos sistemas de innovación tecnológica o inversión financiera, los algoritmos incorporan lógicas próximas al Maximax, favoreciendo escenarios de alta rentabilidad esperada.

Entre ambos extremos se sitúa el criterio de **Hurwicz**, que combina optimismo y pesimismo mediante un coeficiente de ponderación. Este modelo reconoce que las decisiones humanas rara vez son completamente optimistas o completamente conservadoras. El parámetro de Hurwicz permite ajustar el *grado de prudencia* según el contexto. Resulta especialmente interesante en sistemas de inteligencia artificial adaptativa, donde los algoritmos deben equilibrar exploración e incertidumbre.

Otro criterio ampliamente aceptado es el de **Laplace**, que supone **igualdad de probabilidad entre estados de la naturaleza** cuando no existe información suficiente. Bajo esta perspectiva, todas las alternativas se evalúan mediante medias aritméticas simples. También destaca el criterio de **Savage**, basado en el arrepentimiento minimax. En este caso, **la decisión se orienta a minimizar la posible sensación futura de haber elegido incorrectamente**. Estos criterios muestran que la agrupación y la decisión no son únicamente operaciones matemáticas, sino representaciones formales de actitudes humanas frente a la incertidumbre.

La conexión entre teoría de la decisión y *machine learning* se hace evidente cuando observamos que muchos algoritmos aprenden precisamente agrupando. Técnicas como *k-means*, redes neuronales autoorganizativas o modelos bayesianos clasifican observaciones según similitudes estadísticas. El aprendizaje automático convierte la agrupación en un mecanismo central de inferencia. El problema aparece cuando estas agrupaciones reproducen sesgos sociales o discriminaciones históricas presentes en los datos de entrenamiento sin intervención humana.

En este contexto surge la necesidad de hablar de algoritmos humanistas. Un algoritmo humanista no es simplemente un sistema eficiente; es un sistema consciente de las implicaciones de sus clasificaciones. Esto implica

transparencia, explicabilidad y sensibilidad hacia la diversidad humana. La agrupación no puede reducir a las personas a categorías rígidas o deterministas. Debe reconocer la complejidad de los individuos y evitar simplificaciones que conduzcan a exclusión o injusticia.

La teoría social de la elección aporta una reflexión fundamental mediante el célebre **teorema de imposibilidad** de Kenneth Arrow. Arrow demostró que no existe un sistema perfecto de agregación de preferencias individuales que satisfaga simultáneamente ciertas condiciones razonables de racionalidad y justicia. En otras palabras, **toda agrupación colectiva implica inevitables tensiones y renunciaciones**. Esta conclusión tiene profundas implicaciones para el diseño de algoritmos de decisión.

La imposibilidad de Arrow revela que los sistemas automáticos no pueden aspirar a una neutralidad absoluta. Cuando un algoritmo agrega preferencias, clasifica usuarios o prioriza resultados, necesariamente favorece ciertos criterios frente a otros. Incluso los sistemas aparentemente objetivos incorporan decisiones normativas ocultas en el diseño del modelo, en la selección de variables o en la ponderación de resultados.

Las paradojas de agregación muestran aún más claramente las limitaciones de la racionalidad colectiva. Una de las más conocidas es la **paradoja de Condorcet**, donde las preferencias individuales racionales pueden generar una preferencia colectiva cíclica e incoherente. Por ejemplo, una mayoría puede preferir A sobre B, otra mayoría B sobre C y, simultáneamente, otra mayoría C sobre A. La agregación produce entonces una inconsistencia lógica imposible de resolver plenamente.

Estas paradojas no son simples curiosidades teóricas. En sistemas contemporáneos de recomendación, moderación de contenidos o evaluación automatizada, aparecen conflictos similares. Las preferencias de millones de usuarios pueden generar resultados globales contradictorios. Los algoritmos deben entonces introducir mecanismos de desempate, priorización o simplificación que, inevitablemente, contienen elementos normativos.

Otra paradoja relevante aparece en la segmentación de datos. **Una agrupación considerada justa a nivel global puede resultar discriminatoria a nivel local.** Por ejemplo, un algoritmo de selección laboral podría mostrar equilibrio estadístico global entre grupos sociales y, aun así, perjudicar sistemáticamente a determinados subgrupos específicos. Este fenómeno recuerda la **paradoja de Simpson**, donde tendencias observadas en datos agregados desaparecen o se invierten al analizar subconjuntos particulares.

La agrupación desempeña un papel esencial en la inteligencia artificial explicable. Los modelos complejos, especialmente las redes neuronales profundas, generan decisiones difíciles de interpretar. Agrupar variables, comportamientos o perfiles permite construir representaciones más comprensibles para los usuarios humanos. En este sentido, la agrupación no solo reduce complejidad computacional, sino que facilita confianza y legitimidad social.

Sin embargo, existe un riesgo importante: la reificación de las categorías. Cuando un algoritmo agrupa personas en perfiles, esas categorías pueden percibirse como realidades naturales e inmutables. La historia demuestra que muchas clasificaciones sociales aparentemente objetivas terminan reforzando desigualdades. Por ello, los algoritmos humanistas deben entender las agrupaciones como herramientas dinámicas y revisables, no como etiquetas definitivas sobre la identidad humana.

La dimensión ética de la agrupación exige incorporar principios de equidad, inclusión y supervisión humana. No basta con optimizar precisión predictiva. Un sistema verdaderamente humanista debe evaluar también el impacto social de sus decisiones. Esto implica diseñar modelos auditables, evitar sesgos discriminatorios y garantizar que las personas puedan comprender y cuestionar las decisiones algorítmicas que les afectan.

En el ámbito educativo, sanitario o judicial, esta cuestión resulta especialmente delicada. La agrupación algorítmica puede ayudar a identificar patrones útiles y mejorar la eficiencia institucional. Pero también puede generar exclusión automática si se aplica de forma acrítica. La inteligencia artificial no

debe sustituir completamente la deliberación humana, sino complementarla mediante herramientas transparentes y responsables.

La era del *machine learning* obliga a repensar la relación entre datos, agrupación y decisión. Durante décadas predominó la idea de que más datos implicaban automáticamente mejores decisiones. Sin embargo, hoy sabemos que la calidad ética de las agrupaciones es tan importante como su rendimiento técnico. Los algoritmos no solo calculan; también estructuran oportunidades, prioridades y formas de interacción social.

En los algoritmos disponibles en la página web de la RECF, podemos ver la ilustración de uno de los algoritmos del Dr. Gil Aluja en el que se realiza una agrupación. Su funcionamiento puede verse en las Figuras siguientes.

Figura 1. Ejemplo de algoritmo para la agrupación de regiones



Figura 2. Ejemplo de algoritmo para la agrupación
de regiones con datos concretos



Figura 3. Resultados del algoritmo para la agrupación de regiones
con datos concretos



En definitiva, la **teoría de la agrupación** constituye un puente entre matemáticas, filosofía y ciencias sociales. Sus aplicaciones en inteligencia artificial muestran tanto el enorme potencial del análisis de datos como sus riesgos éticos y políticos. Incorporar una perspectiva humanista significa reconocer que toda agrupación implica elecciones de valor y consecuencias humanas.

El desafío contemporáneo consiste en construir algoritmos capaces de aprender sin deshumanizar, clasificar sin excluir y decidir sin invisibilizar la complejidad humana.

Para ello, resulta necesario avanzar en varias líneas de investigación concretas: el desarrollo de métricas de equidad integradas en los procesos de agrupación; la creación de algoritmos explicables que permitan comprender por qué un individuo pertenece a un determinado grupo; la incorporación de modelos multicriterio capaces de equilibrar eficiencia y justicia; y el diseño de sistemas híbridos donde la decisión final combine inferencia algorítmica y supervisión humana.

Asimismo, se abren importantes campos de estudio en torno a la detección automática de sesgos en datos agregados, la aplicabilidad al *machine learning*, la adaptación dinámica de agrupaciones según contextos y la construcción de marcos regulatorios internacionales para la gobernanza ética de la inteligencia artificial.

Nuestro mensaje final es que la teoría de la agrupación deja de ser únicamente una herramienta matemática y se convierte en un espacio interdisciplinar donde convergen todas las ciencias para redefinir cómo las sociedades del futuro tomarán decisiones colectivas en un término ya acuñado que se denomina el aprendizaje cooperativo humano-máquina, o el Human-AI Co-learning.

Referencias

- Arrow, K. J. (1951). Social choice and individual values. Wiley.
- Bishop, C. M. (2006). Pattern recognition and machine learning. Springer.
- Gil Aluja, J. (1999). *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers.
- Guillén, M., & Pesantez-Narváez, J. (2020). Penalized logistic regression to improve predictive capacity of rare events in surveys. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(5), 5497–5507. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179641>
- Peterson, M. (2009). Decision theory: An introduction to the mathematics of rationality. Cambridge University Press.

QUATRE INQUIETS SUR L'AVENIR

Dr. Valeriu Ioan-Franc¹
Membre de l'Académie Roumaine

Mme. Dorina Gheorghe²
*Rédacteur scientifique principal, Centre d'information et
de documentation économique de l'Académie Roumaine*

Quel que soit le point de vue adopté pour évaluer la situation économique actuelle, tant au niveau national qu'international, un aspect est indéniable : tout l'optimisme suscité par les transformations de la fin du siècle dernier, qui semblaient garantir un cadre élargi de collaboration et de coopération fondé sur des valeurs et des intérêts communs, s'est dissipé face aux crises successives, encore loin d'être résolues, du début de ce siècle.

Ce qui apparaissait hier comme l'épicentre des tensions mondiales, si l'on peut dire – la guerre russo-ukrainienne et les craintes d'une extension à l'Union européenne – est aujourd'hui relégué au second plan par rapport aux événements de la région Asie-Pacifique.

Nos anticipations quant à l'évolution géopolitique et géoéconomique, qui auraient pu offrir à l'Europe le répit nécessaire à la restauration de ses capacités économiques, ont évolué, si bien que nous n'envisageons plus un retour à la table des grandes décisions internationales. Nous estimons essentiel de comprendre précisément comment nous en sommes arrivés à la situation actuelle, qui contredit totalement les objectifs de la construction d'une Europe unie.

1 Membre de l'Académie royale des sciences économiques et financières de l'Institut d'Espagne et du Barcelone Economic Network. Directeur général adjoint de l'Institut national de recherche économique «Costin C. Kiritescu» de l'Académie Roumaine.

2 Doctorante, Académie roumaine, École supérieure d'études de l'Académie roumaine (SCO-SAAR), École doctorale des sciences économiques, Institut national de recherches économiques «Costin C. Kirițescu».

Nous nous limiterons à quelques considérations ayant un impact direct sur la composante économique, laissant aux spécialistes de la géopolitique, de la sociologie, de la philosophie de l'histoire, etc., le soin d'effectuer une analyse scientifique approfondie.

1. Première observation

Vue à travers le prisme d'Oswald Spengler, ou plutôt d'Arnold Toynbee, l'Europe présente la plupart des signes d'une « culture épuisée », où l'énergie créatrice, la capacité de régénération et la vision d'avenir ont été remplacées *par une bureaucratie excessive et inerte*, réactive plutôt que proactive et axée sur la préservation du statu quo et des privilèges qui en découlent. *Sans porter de jugement général sur l'efficacité, rappelons simplement que le cadre institutionnel de l'Union européenne comprend 7 institutions européennes, 9 organes de l'UE et plus de 30 agences décentralisées, soit environ 60 000 fonctionnaires et autres catégories d'agents. Rapporté aux 450 millions d'Européens, ce chiffre est relativement faible, mais si on l'ajoute aux 9 millions d'employés de l'administration publique centrale des États membres, on arrive à un ratio d'un fonctionnaire pour 45 habitants dans la seule administration publique, sans compter les services publics tels que l'éducation, la santé, la défense, l'ordre public, etc., ni les administrations locales !*

Autre indicateur pertinent d'une « culture de lassitude » : le taux de natalité. D'après les données disponibles d'Eurostat, l'indice synthétique de fécondité (ISF) a chuté à 1,38 enfant par femme en 2023 au niveau de l'UE, bien en deçà du seuil de remplacement de 2,1 nécessaire à la stabilité démographique, hors immigration. En 2024, environ 3,56 millions de naissances ont été enregistrées, contre 3,67 millions en 2023. Fin 2024, 20 des 27 pays de l'UE ont enregistré un déficit naturel (plus de décès que de naissances), compensé exclusivement par le solde migratoire.

*L'indicateur le plus pertinent d'une « culture/société épuisée » est peut-être celui lié à « l'hédonisme dépressif » ou « hédonisme de survie », comme l'a également nommé Byung-Chul Han dans son ouvrage *La Société de la*

fatigue*. Ce phénomène se caractérise, en résumé, par le fait que les populations privilégient la consommation immédiate au détriment de l'épargne pour l'avenir, ayant le sentiment que le travail ne garantit plus la prospérité et optant, par conséquent, pour le plaisir immédiat. Carpe diem, vivez l'instant présent !

2. Deuxième observation

La fascination pour la consommation et la polarisation des richesses. La conséquence macroéconomique du comportement social décrit ci-dessus est l'endettement : la société emprunte pour maintenir un certain niveau de confort qu'elle ne peut assurer par sa propre productivité ou son épargne.

Ce n'est pas un hasard si six des dix pays développés les plus endettés au monde (en termes de dette publique) sont européens, quatre d'entre eux dépassant le seuil psychologique de 100 % du produit intérieur brut.

La situation n'est guère plus encourageante à l'échelle mondiale, sachant que la dette publique mondiale a atteint, en 2025, de 111 000 milliards de dollars, soit 94,7 % du PIB mondial. Et, fait alarmant, les experts estiment que d'ici 2030, le seuil des 100 % pourrait être atteint !

Autrement dit, l'Europe, et même le monde entier, consomme deux fois plus qu'elle ne produit ! Pourtant, l'argent nécessaire à la consommation existe quelque part, ce qui signifie que des économies sont constituées et, malgré le fonctionnement du système financier mondial comme un réseau circulaire, il est logiquement impossible que les États empruntent uniquement auprès d'autres États, puisque la plupart des dettes pourraient donc être compensées.

3. Troisième observation

L'illusion du positivisme. Afin de trouver les moyens d'éviter un tel risque, il est nécessaire de comprendre les causes profondes qui ont conduit à son émergence et qui dépassent le simple cadre des processus économiques. Ces causes sont plutôt liées à ce que l'on pourrait appeler une « culture écono-

mique » fondée, à notre avis, sur un positivisme économique et une surestimation des bienfaits de l'économie de marché. La décennie faste du positivisme en économie (1950-1960), dont le cadre théorique fut synthétisé dans l'essai de Milton Friedman de 1953, « La méthodologie de l'économie positive », a créé l'illusion que l'avenir économique pouvait être projeté sur le principe d'objectivité des sciences naturelles et, de ce fait, a considérablement limité la fonction constructive de la science économique, c'est-à-dire précisément sa fonction d'imaginer et d'améliorer de nouvelles formes d'organisation et de fonctionnement des économies.

Capitalisme et/ou économie de marché ? Un nouveau paradigme économique ? L'appel à une « conversion » à un nouveau paradigme est également motivé par la confusion profonde et persistante entre capitalisme et économie de marché. La confusion volontaire entre capitalisme et économie de marché est accentuée par la surestimation des aspects positifs du mécanisme d'échange, où les prix des biens et services sont exclusivement déterminés par l'offre et la demande.

La théorie économique semble de plus en plus occulter le fait que le marché libre ne remplit jamais, dans la réalité, les conditions optimales de son fonctionnement, où tous les participants auraient accès aux mêmes ressources financières, matérielles, informationnelles, etc. L'asymétrie entre les acteurs du marché est la principale cause, dans la plupart des cas, des bulles spéculatives, voire des crises économiques. Or, comme ce début de siècle nous l'a encore démontré, c'est en fin de compte l'État qui est appelé à les résoudre – autrement dit, le plus redoutable et le plus important adversaire de la liberté des marchés !

Nous ne souhaitons pas, suite à ces affirmations, être considérés comme des opposants à la théorie et à la pratique des marchés libres ! Nous aspirons toutefois à une approche réaliste qui permette de lever autant que possible les limites actuelles de ce mécanisme.

À l'heure actuelle, il est plus facile pour la science économique de postuler la nature cyclique des crises que de chercher des moyens de les prévenir ou de les éliminer. Cela s'explique par un enfermement dans un paradigme qui tend à devenir anachronique face à l'évolution du contexte économique et social contemporain.

Un phénomène similaire se produit lorsqu'on aborde les causes de la polarisation croissante des richesses, qui a engendré l'émergence de certains... De véritables fractures sociales et d'importants écarts persistent entre les niveaux de développement des États.

Le modèle économique actuel des États occidentaux a développé, ces dernières décennies, diverses solutions/adaptations pour surmonter ses limites opérationnelles, parmi lesquelles figurent notamment l'économie sociale et sa variante beaucoup plus profonde, l'économie sociale de marché.

Comptant, à l'échelle européenne seulement, 2,8 millions d'entreprises et d'organisations employant environ 13,6 millions de personnes, on pourrait penser que l'économie sociale représente un véritable sous-système permettant de compenser les inégalités engendrées par l'économie de marché.

L'impact des mesures adoptées au niveau européen dans le cadre de ce concept d'économie sociale de marché est resté limité : le taux de chômage n'a diminué que de 0,8 point de pourcentage, passant de 7 % en 2007 à 6,2 % en 2025. Seulement 3,4 % de la population est sortie de la pauvreté, passant de 24,4 % (120 millions d'habitants) en 2007 à 21 % en 2025 (90 millions d'habitants). Le taux de croissance économique de l'UE a diminué, passant de 3,1 % à 1,4 % en 2025 (les principales puissances économiques européennes enregistrant une croissance encore plus faible en 2025 : Allemagne 0,2 %, France 0,7 %, Italie 0,5 %). Par ailleurs, les inquiétudes concernant l'impact de l'intelligence artificielle sur le marché du travail se sont accrues, et nous avons des raisons suffisantes de conclure que les concepts d'économie sociale et, plus particulièrement, d'économie sociale de marché ne constituent, au mieux, que des palliatifs dans une société où les crises se multiplient et où les

solutions sont de plus en plus difficiles, voire impossibles, à identifier. Aucun de ces concepts ne résout, en substance, le problème fondamental de la société contemporaine, à savoir l'incompatibilité entre les principes de base du libre marché, tels que la concurrence ou la maximisation du profit, et l'approche prosociale nécessaire pour garantir l'accès aux fruits de l'activité économique au plus grand nombre de citoyens possible.

4. La « conversion » de l'économie du libéralisme de marché à l'humanisme n'est plus une option aujourd'hui, mais une nécessité pour la survie des sociétés démocratiques, contraintes, à leur tour, de s'adapter

Afin de conserver leur validité, les principes démocratiques, restés fondamentalement inchangés depuis 2 500 ans, subissent la pression de nouvelles méthodes et de technologies de pointe utilisées par le marketing électoral : des techniques de manipulation et d'influence des électeurs, qui faussent les résultats du vote. Tout cela contribue à *l'accroissement exponentiel de la distance entre les élus et les électeurs*, à la fois objectivement du fait du très grand nombre d'électeurs représentés, et surtout subjectivement, du fait de l'impossibilité pour les électeurs de contrôler les élus entre les cycles électoraux.

Aussi paradoxal que cela puisse paraître, dans ces conditions, le « marché libre » accroît les risques pour le « monde libre », en concentrant la richesse entre les mains d'un petit nombre d'individus capables, grâce au pouvoir que leur confère cette richesse, de perturber les processus démocratiques ou de détourner l'État (ou les États) de ses objectifs de service public.

Pour toutes ces raisons, l'économie humaniste ne doit en aucun cas être perçue comme une conception opposée à la richesse, mais comme une solution pour garantir l'accès à ses bienfaits au plus grand nombre.

Le bien-être partagé, tel que le promeut l'École de Barcelone d'économie humaniste, transcende la dimension purement économique du concept

et a le potentiel de repenser en profondeur les forces actuelles de la société capitaliste, en consolidant le cadre de l'expression démocratique de la citoyenneté.

L'avancée scientifique de l'École de Barcelone dans le développement du concept d'économie humaniste et de ses concepts sous-jacents – bien-être partagé, accès élargi aux ressources, etc. – s'avérera essentielle dans un avenir proche. L'observation et l'analyse attentives des évolutions géopolitiques et géoéconomiques actuelles, caractérisées par une concurrence féroce pour les ressources et un niveau élevé de conflits, un affaiblissement du rôle des organisations internationales et, en définitive, du droit international, ainsi qu'une augmentation sans précédent des disparités au sein des États et entre eux, nous amènent à considérer que nous nous trouvons dans une période propice à la transition vers une économie humaniste.

Nous pouvons donc affirmer, en préambule de notre essai, que l'économie humaniste représente à la fois une nécessité et une priorité pour résoudre les problèmes complexes auxquels l'humanité est actuellement confrontée.

UN ALGORITMO HUMANISTA PARA LA ORDENACIÓN DE ALTERNATIVAS

Dr. Vicente Liern Carrión¹

*Académico de Número de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

Resumen

La toma de decisiones ocupa un lugar central en la vida económica, social e institucional. En estos procesos, los métodos matemáticos de ordenación constituyen herramientas especialmente útiles porque permiten organizar la información, comparar opciones heterogéneas y justificar las decisiones mediante procedimientos explícitos y reproducibles. Sin embargo, ningún algoritmo de ordenación es completamente neutral. La elección de los datos, la definición de los criterios, la asignación de pesos, el procedimiento de normalización y el operador empleado para comparar las alternativas condicionan el resultado final. En este sentido, una decisión técnicamente correcta puede ser inadecuada si no representa fielmente la realidad o si ignora sus consecuencias humanas.

Aquí se propone una aproximación humanista a la ordenación de alternativas, basada en los algoritmos humanistas de la RACEF y utilizando herramientas clásicas de decisión multicriterio. Con la incorporación de indicadores flexibles inspirados en la lógica difusa, se propone un modelo de decisión transparente, revisable e inclusivo. El objetivo no consiste en sustituir el juicio humano por una fórmula, sino en utilizar los instrumentos matemáticos para mejorar la calidad del razonamiento colectivo.

Palabras clave: Toma de decisiones, ordenación de alternativas, lógica difusa, operadores, TOPSIS.

¹ Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad, Universitat de València.

Abstract

Decision-making plays a central role in economic, social, and institutional life. In these processes, mathematical ranking methods are particularly useful tools, as they make it possible to organise information, compare heterogeneous options, and justify decisions through explicit and reproducible procedures. However, no ranking algorithm is entirely neutral. The selection of data, the definition of criteria, the assignment of weights, the normalisation procedure, and the operator used to compare alternatives all influence the final outcome. In this respect, a technically correct decision may prove inappropriate if it does not accurately reflect reality or if it disregards its human consequences.

This paper proposes a humanistic approach to the ranking of alternatives, based on the humanistic algorithms developed by the RACEF and using classical multicriteria decision-making tools. By incorporating flexible indicators inspired by fuzzy logic, it puts forward a transparent, revisable, and inclusive decision-making model. The aim is not to replace human judgement with a formula, but rather to use mathematical tools to improve the quality of collective reasoning.

Keywords: Decision-making, ranking of alternatives, fuzzy logic, operators, TOPSIS.

1. Ordenar también significa interpretar

La toma de decisiones suele presentarse como la elección de una alternativa entre varias opciones posibles. En algunas situaciones sencillas, el problema parece resolverse mediante un único criterio y seleccionando la propuesta de menor coste, el producto con mayor duración o escogiendo la inversión con una rentabilidad esperada más elevada. Sin embargo, buena parte de las decisiones relevantes son mucho más complejas.

Cuando una institución debe asignar un presupuesto, seleccionar a una persona candidata, evaluar proyectos o diseñar un servicio público, intervienen diferentes variables, algunas cuantitativas y otras cualitativas. Los crite-

rios pueden apuntar en la misma dirección o entrar en conflicto. En ocasiones interesa maximizar una variable, como la accesibilidad o la calidad, en otras, minimizarla, como sucede con el coste o el riesgo. También puede ser necesario buscar un intervalo adecuado, evitando tanto los valores excesivamente bajos como los excesivamente altos (Liern, Pérez-Gladish, 2022).

Por ello, conviene distinguir entre diferentes operaciones relacionadas con la decisión. No siempre se pretende elaborar una clasificación jerárquica. En unos casos es preciso establecer relaciones entre alternativas, realizar asignaciones, formar grupos o determinar niveles de adecuación. La ordenación constituye una posibilidad particularmente importante, pero no es la única (Gil Aluja, 1999).

Todo proceso de decisión exige responder a varias preguntas previas:

- ¿Cuál es la naturaleza de los datos disponibles?
- ¿Qué información resulta verdaderamente relevante?
- ¿Qué criterios deben incorporarse?
- ¿Cómo se compararán variables expresadas en unidades diferentes?
- ¿Qué importancia relativa debe atribuirse a cada criterio?
- ¿Qué operador matemático representa mejor el problema?
- ¿Existe una alternativa ideal previamente definida?
- ¿Cómo se revisará la decisión cuando cambien las circunstancias?

Estas preguntas muestran que un algoritmo no es una simple secuencia de operaciones automáticas. Antes de calcular, es necesario interpretar. Y toda interpretación implica adoptar una perspectiva sobre la realidad (Verdegay, 2019).

2. La arquitectura de un problema de decisión

En general, un modelo de ordenación puede organizarse en tres fases: la de entrada, la elección de operadores y las acciones para la ordenación (Rojas-Puebla, 2023; Rojas-Puebla et al., 2023).

En una primera fase se determina la información de entrada. Deben identificarse las alternativas, los datos disponibles y los criterios relevantes. También es necesario precisar si el problema dispone de una alternativa ideal establecida externamente o si dicha referencia debe construirse a partir de los datos observados (Liern, 2026).

En una segunda fase se escogen los operadores que permitirán comparar las alternativas. Entre las posibilidades habituales se encuentran las distancias, las medidas de similitud, los índices de adecuación y las operaciones propias de la lógica difusa, como la convolución máximo-mínimo. La elección depende de la naturaleza concreta del problema. No existe un operador universalmente válido (Kaufmann, Gil Aluja, 1986).

En una tercera fase se aplican las cuatro acciones que conducen al resultado en un proceso de toma de decisiones: relación, asignación, agrupación y ordenación (Gil Aluja, 1999). En los problemas de ranking, el resultado suele adoptar la forma de una lista jerarquizada. Sin embargo, incluso cuando se construye una clasificación, puede resultar conveniente reconocer empates, intervalos de incertidumbre o grupos de alternativas prácticamente equivalentes.

Este esquema permite comprender que el resultado final no depende solamente de los datos originales. También depende de las decisiones metodológicas adoptadas durante el proceso. Dicho de otra forma, la manera de representar la información forma parte de la decisión.

3. Normalizar no es una operación exenta de implicaciones

Uno de los primeros problemas que aparecen en la comparación multicriterio es la heterogeneidad de los datos. Supongamos que una alternativa se evalúa mediante dos variables, una expresada en kilogramos y otra en horas. No sería razonable sumarlas directamente. Antes de operar con ellas, es necesario transformarlas para obtener valores sin unidades (ver Tabla 1).

Una función de normalización convierte los datos originales en magnitudes adimensionales, generalmente situadas en un intervalo común. Entre las transformaciones más utilizadas se encuentran la división por la norma euclídea de la columna o la normalización lineal basada en dividir por el máximo, por la suma o utilizar los valores mínimo y máximo, como se expresa a continuación:

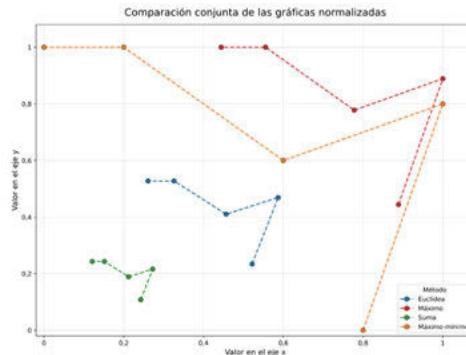
$$N_1(x_i) = \frac{x_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}, N_2(x_i) = \frac{x_i}{\max x_i}, N_3(x_i) = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}, N_4(x_i) = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i}.$$

Para ver la diferencia entre ellas, en la Tabla 1 se muestran valores en diferentes magnitudes y se representa el efecto de la normalización en la Figura 1.

Figura 1. Distintas normalizaciones

Tabla 1. Valores

x (kg.)	y(horas)
5	9
7	7
9	8
8	4
4	9



La normalización permite comparar criterios expresados en unidades diferentes. Sin embargo, no se limita a eliminar las unidades de medida. Como puede verse en la Figura 1, también introduce una determinada forma de interpretar las diferencias entre los valores.

En la práctica existen muchas maneras de normalizar, sirva como ejemplo el esquema presentado en la Figura 2.

Figura 2. Algunas formas de normalizar datos

$$N(x_{ij}) = \begin{cases} \text{(A)} \\ \text{No basadas} \\ \text{en dispersión} \\ \left\{ \begin{aligned} N_1(x_{ij}) &= \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \\ N_2(x_{ij}) &= \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \\ N_3(x_{ij}) &= \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \end{aligned} \right. \\ \\ \text{(B)} \\ \text{Basadas} \\ \text{en dispersión} \\ \left\{ \begin{aligned} &\text{Monótonas} \quad N_4(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}} \\ &N_5(x_{ij}) = 1 - \frac{|x_{ij} - t_j|}{\max\{\max_i x_{ij}, t_j\} - \min\{\min_i x_{ij}, t_j\}} \\ &\quad t_j \text{ es una meta del criterio } j \\ &N_6(x_{ij}) = e^{-\frac{x_{ij}^2}{\sigma_j^2}}, \quad x_{ij} = \frac{x_{ij} - t_j}{\sigma_j}, \\ &\quad t_j \text{ dato externo y } \sigma_j \text{ desviación estándar} \\ &N_7(x_{ij}) = \max\left\{\min\left\{L\left(\frac{m_1 - x_{ij}}{\alpha}\right), 1, R\left(\frac{x_{ij} - m_2}{\beta}\right)\right\}, 0\right\}, \\ &\quad L, R \text{ son funciones decrecientes de 1 a 0.} \\ &\quad \alpha, \beta \text{ son las dispersiones izquierda y derecha, respec.} \\ &\quad m_1, m_2 \text{ el menor y mayor valor aceptado (resp.)} \\ &\quad L, R \text{ funciones referencia.} \end{aligned} \right. \end{cases} \quad (2)$$

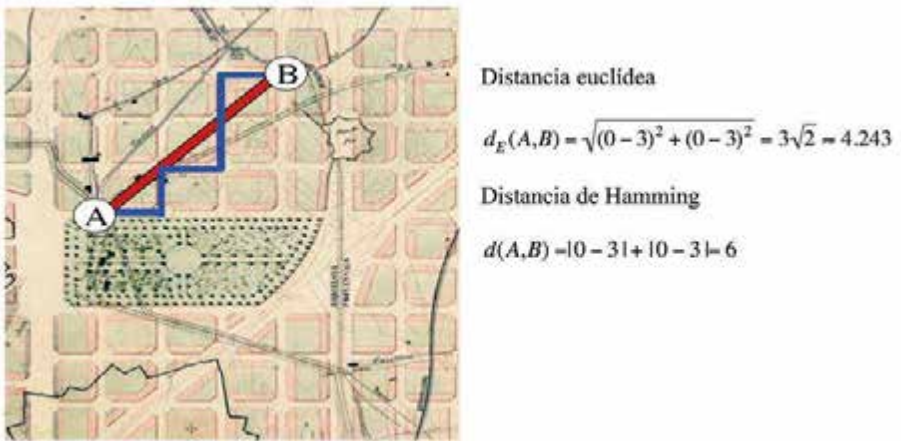
Dos alternativas separadas por una misma distancia numérica pueden no representar una diferencia equivalente desde un punto de vista económico o social. Una variación de diez euros puede ser irrelevante en un gran proyecto de infraestructuras, pero decisiva en una ayuda destinada a hogares vulnerables. Del mismo modo, una diferencia de pocos kilómetros puede ser escasamente importante en una carretera convencional y adquirir gran relevancia cuando condiciona el acceso cotidiano a un centro educativo o sanitario.

La normalización debe justificarse atendiendo al significado de los datos. Elegir una transformación por costumbre o por comodidad computacional puede generar conclusiones aparentemente rigurosas, pero conceptualmente débiles (Liern, 2016; Liern, Pérez-Gladish, 2022).

4. La distancia adecuada depende de la realidad observada

La comparación entre alternativas suele apoyarse en alguna noción de distancia. En geometría, la distancia euclídea es una elección natural. Sin embargo, si dos puntos del plano tienen coordenadas $A=(0,0)$ y $B=(3,3)$, la longitud del segmento que los une varía según la función distancia utilizada.

Figura 3. Distintas distancias



Pensemos en un estudiante que vive en el punto A y debe desplazarse diariamente hasta su centro educativo situado en B (véase Figura 3). Si el trazado urbano obliga a recorrer calles horizontales y verticales, la distancia efectiva será la de Hamming y no la euclídea.

Esta diferencia entre distancias no es meramente académica. Supongamos que una ayuda al transporte escolar se concede a quienes viven a más de cinco kilómetros del centro educativo. Si se emplea la distancia euclídea, el estudiante quedará excluido, porque la distancia calculada será de aproximadamente 4.24 kilómetros. Si se considera el trayecto realmente recorrido, tendrá derecho a la ayuda, dado que deberá desplazarse seis kilómetros. La

selección de la distancia altera el resultado administrativo y, por tanto, sus consecuencias sociales. En otras palabras, un cálculo geométrico impecable puede resultar injusto cuando no representa adecuadamente la experiencia real de las personas afectadas.

También conviene preguntarse si las distancias son siempre simétricas. En numerosos modelos matemáticos se supone que la distancia de A a B coincide con la distancia de B a A. Sin embargo, en determinados sistemas reales esta hipótesis puede ser discutible. El transporte fluvial, los recorridos condicionados por pendientes, la movilidad urbana o las redes con sentidos únicos. Si además se añade curvatura al trayecto a recorrer, la fórmula de Haversine,

$$d = 2R \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right) \quad (3)$$

permite calcular distancias aproximadas entre dos puntos de la superficie terrestre a partir de sus coordenadas geográficas. Resulta muy útil para estimar distancias geodésicas, pero tampoco refleja necesariamente el coste temporal, económico o ambiental de un trayecto concreto.

En conclusión, no existe una única distancia correcta con independencia del problema. La distancia adecuada es aquella que representa mejor la realidad relevante para la decisión.

5. TOPSIS: ordenar por proximidad a la solución ideal

Uno de los métodos más conocidos para la toma de decisiones multicriterio es TOPSIS, acrónimo de Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution. La propuesta fue desarrollada a principio de los ochenta por Ching-Lai Hwang y Kwangsun Yoon (Hwang, Yoon, 1981).

La intuición del método es sencilla. Una alternativa será preferible cuanto más próxima se encuentre de una solución ideal y cuanto más alejada esté de una solución antiideal. La mejor opción no tiene por qué alcanzar simultánea-

mente los valores óptimos en todos los criterios, algo que suele ser imposible en problemas reales. Se busca, más bien, un equilibrio razonable entre aspiraciones contrapuestas.

El procedimiento puede resumirse en siete pasos:

1. Construir la matriz de decisión, cuyas filas representan las alternativas y cuyas columnas contienen los criterios.
2. Normalizar la matriz para hacer comparables los valores.
3. Incorporar la importancia relativa de cada criterio mediante una matriz ponderada.
4. Determinar la solución ideal positiva y la solución anti-ideal.
5. Calcular la distancia de cada alternativa respecto de ambas soluciones.
6. Obtener el grado de proximidad relativa a la solución ideal.
7. Ordenar las alternativas de acuerdo con dicho indicador.

Si d_i^+ representa la distancia de la alternativa i -ésima a la solución ideal y d_i^- expresa su distancia a la solución antiideal, el indicador de proximidad relativa puede escribirse como:

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}. \quad (4)$$

Cuanto más próximo a 1 sea el valor de R_i , más favorable será la alternativa. Esto permite que podamos ordenar todas las alternativas según el valor de R_i .

6. La lógica difusa y los grados de adecuación

Los problemas reales rara vez se ajustan a categorías completamente rígidas. Una persona no pasa bruscamente de ser adecuada a inadecuada cuando una variable cambia de manera mínima. Entre la plena aceptación y el rechazo absoluto suele existir una gradación (RACEF, 2021; 2023; 2025).

La lógica difusa permite representar esta continuidad. En lugar de asignar exclusivamente los valores 0 o 1, admite grados intermedios de pertenencia o adecuación. Esta flexibilidad resulta especialmente útil cuando los criterios no se expresan mediante umbrales tajantes (Kaufmann et al., 1994). En este sentido, las aportaciones de Arnold Kaufmann, Lotfi Zadeh, Jacques Pez   y Jaime Gil Aluja han sido decisivas para flexibilizar operadores y m  todos aplicados a la decisi  n econ  mica (Kaufmann, Gil Aluja, 1986). La l  gica difusa permite trabajar con grados de pertenencia, valoraciones ling   sticas y niveles de intensidad. En lugar de obligar a elegir entre respuestas binarias, permite representar situaciones intermedias.

Supongamos que una organizaci  n debe seleccionar a una persona para un puesto de enfermer  a de urgencias. Se consideran tres criterios: la presi  n arterial sist  lica, las habilidades sociales y la distancia entre el domicilio y el lugar de trabajo. La tabla de partida contiene diez candidaturas.

Tabla 2. Valoraciones de los candidatos

Persona	Presi��n sist��lica (mmHg)	Habilidades sociales	Distancia (km)
P1	155	7	3
P2	95	6	12
P3	112	9	2
P4	123	6	14
P5	119	5	9
P6	134	8	11
P7	166	7	9
P8	99	7	7
P9	162	9	21
P10	137	6	5

En este ejemplo, el objetivo no consiste simplemente en maximizar o minimizar todas las variables. La presi  n arterial no puede tratarse como una magnitud en la que cuanto menor sea el valor, mejor resulte la candidatura. Existe un intervalo considerado adecuado. Las habilidades sociales deben valorarse positivamente, mientras que la cercan  a al lugar de trabajo puede resultar relevante en un servicio que exige capacidad de respuesta r  pida.

Cada valor original se transforma en un grado de adecuación comprendido entre 0 y 1. A continuación, puede definirse un índice agregado:

$$I(P_i) = w_1 N_1(P_i) + w_2 N_2(P_i) + w_3 N_3(P_i). \quad (5)$$

donde $N_j(P_i)$ representa el grado normalizado de adecuación de la persona P_i respecto del criterio j -ésimo, y w_j expresa su importancia relativa.

La clasificación obtenida en el ejemplo sitúa en primer lugar a P_3 , seguida de P_8 , P_1 y P_{10} . La ordenación completa es:

$$P_3 > P_8 > P_1 > P_{10} > P_5 > P_2 > P_4 > P_6 > P_9 > P_7. \quad (6)$$

La utilidad del enfoque reside en que permite incorporar criterios con perfiles diferentes. Algunos deben maximizarse, otros minimizarse y otros aproximarse a un intervalo deseable.

No obstante, un ejemplo de este tipo debe interpretarse con prudencia. En una decisión real de selección de personal, cualquier variable relacionada con la salud exige garantías jurídicas, éticas y profesionales especialmente estrictas. El propósito metodológico no es legitimar una automatización indiscriminada, sino mostrar que la construcción de los indicadores debe reflejar la naturaleza de cada criterio y someterse a una supervisión humana responsable.

7. ¿Qué convierte a un algoritmo en humanista?

La expresión «algoritmo humanista» no alude a un procedimiento menos riguroso ni a una renuncia a la formalización matemática. Tampoco significa que las decisiones deban quedar entregadas a la intuición subjetiva. Un algoritmo humanista es un instrumento que reconoce explícitamente sus límites, incorpora los valores colectivos y permanece abierto a la revisión (RACEF, 2025).

Estos algoritmos pueden caracterizarse mediante siete principios.

Primero: Todo algoritmo debe comenzar por una pregunta: ¿para qué se ordenan las alternativas? No es lo mismo clasificar inversiones financieras que distribuir recursos sanitarios, priorizar proyectos educativos o garantizar el acceso a servicios esenciales.

La finalidad orienta la elección de los criterios. Una decisión humanista no confunde eficiencia con reducción de costes ni identifica automáticamente innovación con digitalización. El impacto sobre las personas debe formar parte del problema desde su formulación inicial.

Segundo: Los valores y los indicadores no deberían imponerse de forma opaca. Siempre que la naturaleza de la decisión lo permita, deben ser discutidos por las instituciones, los especialistas y los colectivos afectados.

El algoritmo será más legítimo cuando exista un acuerdo razonable sobre las variables consideradas relevantes, los umbrales de aceptación, las prioridades y las restricciones. La deliberación no es un obstáculo previo al cálculo; es una condición de su calidad.

Tercero: La elección de una distancia, una normalización o una función de adecuación debe justificarse atendiendo al problema concreto. El ejemplo del transporte escolar resulta revelador: la distancia euclídea puede ser matemáticamente válida y socialmente inadecuada.

Un algoritmo humanista no se limita a preguntar si una fórmula está correctamente aplicada. También debe preguntarse si mide aquello que realmente importa.

Cuarto: Las personas afectadas deben poder conocer los criterios utilizados, la ponderación asignada, las fuentes de los datos y el modo en que se ha obtenido el resultado.

La transparencia no exige que toda la ciudadanía domine la formulación matemática, pero sí que la decisión pueda explicarse de manera comprensible. Cuando una persona queda excluida de una ayuda o un proyecto no recibe financiación, la institución debe estar en condiciones de justificar el resultado.

Quinto: Antes de ejecutar una decisión, es necesario incorporar una fase de validación. Los datos pueden contener errores, los indicadores pueden generar resultados contradictorios y las restricciones pueden haberse aplicado de forma incompleta.

El procedimiento debe prever una revisión sistemática: si aparecen anomalías o inconsistencias, el proceso regresa a la fase correspondiente para corregirlas. La automatización responsable no consiste en ejecutar con rapidez cualquier resultado calculado, sino en detectar a tiempo los fallos que pueden afectar a las personas.

Sexto: Un algoritmo puede ayudar a ordenar alternativas, pero no debería clausurar la deliberación. Las instituciones deben conservar la capacidad de revisar los resultados, atender circunstancias excepcionales y ofrecer mecanismos de reclamación.

La existencia de una clasificación numérica no convierte automáticamente la primera alternativa en la única decisión posible. Puede haber empates sustantivos, información incompleta o valores sociales que no hayan quedado suficientemente representados en la matriz.

Séptimo: La decisión no finaliza con la ejecución. Después de aplicar una medida, deben observarse sus efectos, detectar posibles desviaciones y actualizar los indicadores cuando resulte necesario.

Un modelo humanista incluye mecanismos de seguimiento, alertas y aprendizaje. El algoritmo no es una pieza cerrada, sino un sistema sujeto a evaluación permanente.

8. Un ejemplo institucional: moneda física, moneda digital e inclusión

La utilidad de este enfoque puede ilustrarse mediante una decisión relacionada con el acceso a los medios de pago. Supongamos que una institución debe priorizar proyectos destinados a mejorar un sistema monetario. Se reciben tres propuestas:

Proyecto A: mantenimiento y mejora de la moneda física.

Proyecto B: desarrollo de la moneda digital.

Proyecto C: combinación de moneda física y moneda digital.

El proceso comienza con la definición consensuada de los valores y los indicadores. Deben considerarse las restricciones presupuestarias, las diferencias territoriales, los barrios afectados y los grupos prioritarios. También es necesario tener en cuenta las capacidades digitales de la población, la accesibilidad, la seguridad y la garantía de inclusión.

Un modelo orientado exclusivamente a la modernización tecnológica podría situar automáticamente en primer lugar el proyecto de moneda digital. Sin embargo, esa solución correría el riesgo de excluir a las personas mayores, a quienes no disponen de dispositivos adecuados, a los hogares con conectividad insuficiente o a quienes necesitan utilizar medios físicos por razones económicas y sociales.

Un algoritmo humanista podría conducir a una decisión más equilibrada:

1. Financiar prioritariamente el proyecto C, basado en la complementariedad entre moneda física y digital.
2. Mantener el proyecto A como garantía de acceso universal.
3. Dejar para más adelante el proyecto B, en función de las circunstancias futuras.

Este resultado no rechaza la transformación digital. La integra en un marco más amplio, donde la innovación se evalúa también por su capacidad para reducir desigualdades y preservar derechos.

La decisión debe completarse con un sistema de seguimiento continuo. Será necesario observar el grado de adopción de los nuevos servicios, detectar dificultades de acceso, analizar las diferencias territoriales y revisar la asignación de recursos cuando aparezcan nuevas necesidades.

El ejemplo muestra que una ordenación no es solamente una clasificación técnica. También constituye una declaración de prioridades sociales.

Conclusiones

Las herramientas matemáticas de decisión ofrecen ventajas indiscutibles. Permiten ordenar grandes cantidades de información, hacer explícitos los criterios, examinar escenarios alternativos y reducir determinadas formas de arbitrariedad. También facilitan la rendición de cuentas, porque obligan a documentar los pasos seguidos.

Ordenar alternativas es una actividad inevitable en cualquier sociedad compleja. Las instituciones necesitan comparar proyectos, distribuir recursos y priorizar actuaciones. Los métodos multicriterio, las distancias, los procesos de normalización y la lógica difusa proporcionan herramientas poderosas para abordar estos problemas.

Pero la precisión matemática no basta. Un algoritmo puede ser formalmente correcto y, al mismo tiempo, ofrecer una representación empobrecida de la realidad. La distancia más conocida no siempre es la más adecuada, ni el indicador más sencillo es el más justo. Debemos tener en cuenta que la alternativa tecnológicamente más avanzada no siempre es la más inclusiva.

Un algoritmo humanista debe reunir rigor técnico, transparencia, participación, supervisión y capacidad de aprendizaje. Debe reconocer que detrás de cada dato existe una realidad concreta y que toda decisión produce consecuencias sobre las personas.

La cooperación entre instituciones académicas, organismos económicos y entidades públicas puede contribuir a desarrollar modelos de decisión más responsables. El propósito último no consiste únicamente en ordenar alternativas con mayor eficacia. Se trata de construir herramientas que ayuden a promover una sociedad más libre, solidaria y próspera.

Referencias

- Gil Aluja, J. (1999). Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre. Ed. Milladoiro.
- Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications. Nueva York. Springer-Verlag.
- Iglesias Rodríguez, E., García Zaballós, A., Puig Gabarró, P., Benzaqué, I. (2020). Inteligencia artificial. Gran oportunidad del siglo XXI. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Kahneman, D. (2013). Pensar rápido, pensar despacio. Penguin Random House.
- Kaufmann, A., Gil-Aluja, J. (1986). Introducción a la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas. Milladoiro.
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J., Gil Lafuente, A. M. (1994). La creatividad en la gestión de las empresas. Ediciones Pirámide.
- Kondratenko, Y. (2023). Increasing Role of Artificial Intelligence in Human Activity. Development, Implementation, and Perspectives. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Barcelona. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

- Liern, V. (2016). El impacto positivo como criterio para avanzar en la inversión socialmente responsable. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.
- Liern, V. (2026). La lógica difusa como marco para el desarrollo económico impulsado por inteligencia artificial [Discurso pronunciado en el Acto Internacional de la RACEF junto a la Universidad Politécnica de Creta]. Chania (Creta), Grecia.
- Liern, V., Pérez-Gladish, B. (2022). Multiple criteria ranking method based on functional proximity index. Un-weighted TOPSIS, *Annals of Operations Research* 311 (2), 1099-1121.
- RACEF (2021). Escuela de Economía Humanista de Barcelona. https://racef.es/archivos/actividad_cientifica/escuela_de_economia_humanistica_de_barcelona.pdf.
- RACEF (2023). La Cátedra de Sostenibilidad abordará las finanzas, la alimentación y la energía. <https://racef.es/es/node/5743>.
- RACEF (2025). Algoritmos humanistas, información y soporte. <https://barcelona.humanisteconomy.com/soporte>
- Rojas Puebla, C. F. (2023). Un modelo de asignación de ayudas a la investigación basado en técnicas multicriterio, Trabajo de Fin de Máster, Universitat de València.
- Rojas-Puebla, C.F., Pardo-Quintanilla, R.A., Liern, V. (2023). Asignación de ayudas a la investigación basado en técnicas multicriterio. Comunicación en ASEPUMA 2023.
- Vallence, C. (2023). Elon Musk among experts urging a halt to AI training. <https://www.bbc.com/news/technology-65110030>.
- Verdegay, J. L. (2019). ¿En qué piensan los algoritmos? Ed. Secretaría General de la Universidad de Granada. D.L. GR 1181-2019.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS IMPACT ON THE BANKING AND FINANCIAL SECTOR

Dr. Claudiu Negrea

*Director, Financial Market Infrastructure and Payments
Monitoring Department, National Bank of Romania*

Honored Presidium, esteemed members of the Academy, distinguished representatives of the academic and university community, ladies and gentlemen,

Artificial Intelligence (AI) is becoming one of the most influential technologies shaping the future of the financial sector. The first applications of AI technology in the financial sector were relatively limited and focused mainly on data analysis and fraud detection. Recent developments have significantly expanded the scope of use of this technology, to models capable of generating content, analyzing source code and providing support in complex decision-making processes. The degree of adoption of AI-based solutions varies considerably from one financial institution to another, being influenced by factors such as the size of the organization, the level of digital maturity and the availability of specialized resources and skills.

Advanced AI models, such as Mythos developed by Anthropic or GPT-5.5 developed by OpenAI, indicate that AI is going beyond the status of emerging technology and is starting to significantly influence the activity and risk profile of financial institutions. At the same time, it has the potential to transform the way financial services are delivered, strengthen operational resilience and cybersecurity, and support risk management processes and supervisory activities. The ability of these models to process very large volumes of data and identify correlations that are difficult to observe through traditional methods can automate complex processes and support faster and more efficient decision-making, thus explaining the growing interest of financial institutions in using them.

At the same time, artificial intelligence also brings with it a new generation of risks. The same capabilities that allow financial institutions to strengthen their defenses can also be used by malicious actors to identify vulnerabilities, automate cyberattacks, and exploit weaknesses at an unprecedented pace.

For supervisors, the main concern is not necessarily the technology itself, but how it can influence the risk profile of institutions. In this context, where both opportunities and risks are observed, the European Union has developed a comprehensive regulatory framework aimed at ensuring that artificial intelligence technology is implemented in a safe, resilient and trustworthy manner.

The financial sector has traditionally been an early adopter of technological innovation. Over the past decade, banks, insurance companies, payment institutions, investment firms and financial market infrastructures, as well as other financial institutions, have increasingly relied on technological innovation to improve operational efficiency, reduce costs and provide a better customer experience.

AI-based solutions are already integrated into a wide range of activities at the level of financial institutions. For example, they use AI-based virtual assistants for customer relations, machine learning algorithms for detecting fraud and suspicious transactions, or predictive models for credit risk assessment and risk management.

One of the most important advantages of AI is the ability to analyze very large volumes of data in real time. This allows financial institutions to identify emerging risks more quickly, improve customer onboarding processes, streamline Know Your Customer (KYC) checks, or automate repetitive tasks that previously required significant human resources. Thus, it is found that for many financial institutions, the main benefit of AI is not only cost reduction, but also the ability to process volumes of information that would require significant human resources to be analyzed using traditional methods.

While interest in AI-based generative models is growing, their use in critical banking processes appears to be still at a relatively early stage. In practice, many institutions are taking a gradual approach, initially focusing on use cases with lower operational impact, amid concerns about governance, explainability, and risk management.

Another area where artificial intelligence technology is having a major impact is cybersecurity. Modern AI-based systems can continuously monitor computer networks, detect abnormal behavior, identify vulnerabilities, and assist security teams in managing incidents. Furthermore, advanced programming models are seen to be able to analyze application source code, identify weaknesses, and recommend security measures, contributing to the development of more secure and resilient applications.

While the benefits of AI are considerable, technology also brings with it several significant risks. Evaluations conducted by Anthropic¹, the UK AI Security Institute² and CERT-EU³ have shown that advanced AI models can identify software vulnerabilities, perform reverse engineering activities, analyze cryptographic implementations and significantly accelerate the identification of vulnerabilities and the development of methods for exploiting them, considerably reducing the time and resources required to carry out such activities.

These issues create a significant challenge for financial institutions. Traditionally, identifying and exploiting software vulnerabilities required advanced technical expertise and substantial resources. Modern AI models can significantly accelerate the process of identifying vulnerabilities and reduce the resources and expertise required to develop methods to exploit them. As a result, attackers can operate at a pace that exceeds the ability of financial institutions to detect, assess and remediate vulnerabilities.

1 <https://www.anthropic.com/>;

2 <https://www.aisi.gov.uk/>;

3 <https://cert.europa.eu/>.

The benefits associated with the use of AI must be analyzed together with the risks that this technology can generate. Some of these risks are already known and managed by financial institutions, while others are gaining new dimensions amid the rapid evolution of advanced artificial intelligence models.

Cyber risk is perhaps the most visible category of risk associated with the use of artificial intelligence. Advanced AI models can accelerate the identification of vulnerabilities and the development of methods to exploit them, reducing the time and resources required to prepare for cyberattacks. This can allow malicious actors to carry out more sophisticated attacks and target a larger number of systems or organizations simultaneously. At the same time, operational risk increases, as cyber incidents facilitated by these technologies can affect the functioning of banking services, payment systems, trading activities and the channels through which customers access financial services.

Another concern is the **dependency on third-party providers**. The main advanced AI models are currently concentrated around a small number of providers, most of which are **located outside the European Union**. This concentration creates risks of strategic dependency, difficulties in substitution and geopolitical concerns.

From a financial stability perspective, there are concerns that major AI-enabled cyber incidents could have systemic consequences. If several financial institutions were simultaneously affected by a major cyber-attack, the effects could extend beyond individual financial institutions and could affect payment systems, liquidity, market confidence and the economy – **systemic risk**.

The European Union has responded to these challenges by developing a broad, layered regulatory framework that combines AI-specific legislation with requirements on cybersecurity, operational resilience and prudential supervision.

The basis of this framework is the Artificial Intelligence Regulation⁴ (AI Act), the world's first comprehensive legal framework dedicated to artificial intelligence. The AI Act aims to ensure that AI systems are safe, transparent and aligned with European values. The Regulation adopts a risk-based approach and introduces additional obligations for high-risk AI systems and for general-purpose models with advanced capabilities (such as Mythos or GPT-5.5). These obligations include risk assessments, cybersecurity measures, transparency requirements, incident reporting and cooperation with supervisory authorities.

While the AI Act regulates the development and use of AI systems, the Digital Operational Resilience Regulation ⁵(DORA) focuses on the operational and cyber risks associated with the use of digital technologies in the financial sector. DORA sets out requirements for ICT risk management, vulnerability management, incident reporting, operational resilience testing, business continuity, disaster recovery and risk management of third-party ICT service providers.

In practice, DORA becomes particularly relevant in the context of AI-enabled cyber threats, as it provides financial institutions with a clear framework for strengthening their capabilities to prevent, detect and recover from ICT incidents.

In addition, the Cyber Resilience Act⁶ imposes security requirements for digital products and software throughout their lifecycle. Together, the AI Act,

4 Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Regulation),

5 Regulation (EU) 2022/2554 on digital operational resilience of the financial sector and amending Regulations (EC) No 1060/2009, (EU) No 648/2012, (EU) No 600/2014, (EU) No 909/2014 and (EU) 2016/1011.

6 Regulation (EU) 2024/2847 on horizontal cybersecurity requirements for products with digital elements and amending Regulations (EU) No 168/2013 and (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2020/1828.

DORA and the Cyber Resilience Act create a coherent framework covering both the development of AI technologies and the resilience of the organizations using them.

A key concept emerging in recent discussions at European and international level is the transition from the concept of “Secure by Design” to the concept of “Resilience by Design”.

The concept of “Secure by Design” aims to prevent cyber-attacks by integrating security into the design and development of systems. It includes practices such as secure programming, robust authentication, vulnerability management and secure configurations.

The notion of “Resilience by Design” goes further. It starts from the premise that no financial institution can eliminate the risk of cyber-attacks, technical failures or operational disruptions. Consequently, systems must be designed in such a way that they can withstand incidents, continue to provide critical services, recover quickly and adapt to constantly evolving threats.

In recent years, there has been a significant shift in perspective in the field of cybersecurity and operational resilience. The focus is no longer solely on preventing incidents, but on the ability of financial institutions to continue providing essential services when they occur. The concept of digital operational resilience in DORA goes beyond the traditional approach based solely on incident prevention and emphasizes the ability of financial institutions to continue providing critical services, to respond effectively to incidents and to resume their activity within an appropriate timeframe.

From this perspective, a financial institution is considered resilient not because it manages to avoid all incidents, but because it can effectively manage their consequences, maintaining critical functions, limiting the impact on customers and returning to normal operating parameters within a reasonable timeframe. Equally important is the organization’s ability to integrate the ex-

perience gained and lessons learned into its internal processes and controls. As AI accelerates both cyber threats and vulnerability discovery, the concept of “Resilience by Design” is becoming a central theme of modern cybersecurity and operational resilience.

We can already see that AI will be one of the main factors shaping the evolution of the banking and financial sector in the coming years. While the benefits are evident in many areas, the experience of recent years shows that the adoption of this technology does not eliminate existing risks, but in the same time creates new categories of risks that require different management approaches. The benefits include increased efficiency, stimulating innovation, improving customer experience, strengthening cybersecurity and optimizing risk management processes, while the new risks generated by advanced AI systems are in the area of operational, cyber, concentration and even systemic risks that require careful and proactive management.

In practice, the integration of AI-based solutions also raises significant challenges related to data governance, the explainability of model outputs and the availability of the necessary skills to supervise them. These issues are particularly relevant for financial institutions, given the high compliance and risk management requirements.

The European Union has responded by developing a robust complementary regulatory framework consisting of the AI Act, DORA and the Cyber Resilience Act. Together, these instruments create the necessary conditions for the adoption of AI-based technologies in a safe and sustainable way.

Ultimately, the discussion is no longer about whether artificial intelligence will become an important component of financial institutions, but how it will be integrated into existing processes. While technological developments will continue to influence the pace of adoption, the success of the use of AI will depend largely on the ability of financial institutions to implement appropriate governance, risk management and operational resilience mecha-

nisms. From a prudential perspective, the main challenge is not accessing the technology, but its use in a way that remains compatible with the requirements specific to the financial sector related to internal control, transparency, security and resilience.

The key element lies in Europe's ability to develop strong companies specialized in artificial intelligence, whose products are competitive with those in other jurisdictions and which can be widely used by financial entities operating in the EU.

GALERÍA FOTOGRÁFICA

Apertura y presentación



Ceremonia inaugural del encuentro internacional “*Naturaleza, funcionamiento y posibilidades de un sistema financiero sin moneda física*”, celebrado en Sinaia (Rumania) en junio de 2026. Mesa de autoridades, de derecha a izquierda: Jaime Gil Aluja, presidente de la RACEF; Mugur Isărescu, gobernador del Banco Nacional de Rumanía; y Valeriu Ioan-Franc, miembro de la Academia Rumana.

Sesiones académicas



Dr. Jaime Gil Aluja, presidente de la RACEF.



Dr. Fernando Casado Juan, académico de número de la RACEF.

GALERÍA FOTOGRÁFICA



Sr. Ovidiu Slăvoiu, consultor estratégico del Banco Nacional de Rumania.



Dra. Luminița Chivu, académica correspondiente de la Academia Rumana.



Dr. Vicente Liern Carrión, académico de número de la RACEF.



Dra. Montserrat Guillén Estany, académica de número de la RACEF.



Dr. Varujan Vosganian, investigador principal del Instituto Nacional de Investigaciones Económicas «Costin C. Kirițescu» de la Academia Rumana.



Dra. Ana María Gil-Lafuente, académica de número de la RACEF.



Dr. Eugern Dijmărescu, investigador senior del Instituto Nacional de Investigaciones Económicas «Costin C. Kirițescu» de la Academia Rumana.



Dr. Víctor G. Alfaro-García, profesor de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.



Dr. Claudiu Negrea, Director del Departamento de Supervisión de Infraestructuras de los Mercados Financieros y Pagos, Banco Nacional de Rumanía.



Dr. Valeriu Ioan-Franc, miembro de la Academia Rumana.



Sra. Dorina Gheorghe, redactora científica principal del Centro de Información y Documentación Económica de la Academia Rumana.

Otras



Castillo de Peleş, Sinaia (Rumanía).



Grupo de participantes y asistentes a la conferencia en su visita por la ciudad.



Arco del Triunfo, Bucarest (Rumanía).



Grupo de académicos y participantes del encuentro durante una visita cultural.



Catedral de la Salvación del Pueblo Rumano, Bucarest (Rumanía).



Castillo de Bran, Bran (Rumanía).



*Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

*Las publicaciones señaladas con el símbolo 
están disponibles en formato PDF en nuestra página web:
<https://racef.es/es/publicaciones>

**Las publicaciones señaladas con el símbolo 
están disponibles en nuestros respectivos canales de YouTube

PUBLICACIONES DEL OBSERVATORIO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

- M-24/11 *Nuevos mercados para la recuperación económica: Azerbaiyán.*  
- M-30/12 *Explorando nuevos mercados: Ucrania, 2012. (Incluye DVD con textos en ucraniano), 2012.*
- M-38/15 *Desarrollo de estrategias para la cooperación económica sostenible entre España y México, 2015.* 
- M-41/16 *Cuba a la luz de la Nueva Ley de Inversiones Extranjeras: Retos y oportunidades para la economía catalana, (Estudio elaborado por el Observatorio de Investigación Económico- Financiera), 2016.*   
- MO-47/16 *Colombia: la oportunidad de la paz. Estudio sectorial para la inversión de empresas españolas en el proceso de reconciliación nacional (Estudio del Observatorio de Investigación Económico-Financiera de la RACEF).* 
- MO-50/17 *La gestión y toma de decisiones en el sistema empresarial cubano. Gil-Lafuente, Ana Maria; García Rondón, Irene; Souto Anido, Lourdes; Blanco Campins, Blanca Emilia; Ortiz, Torre Maritza; Zamora Molina, Thais.* 
- MO-52/18 *Efectos de la irrupción y desarrollo de la economía colaborativa en la sociedad española. Gil-Lafuente, Ana Maria; Amiguet Molina, Lluís; Boria Reverter, Sefa; Luis Bassa, Carolina; Torres Martínez, Agustín; Vizuete Luciano, Emilio.* 
- MO-53/19 *Índice de equidad de género de las comunidades autónomas de España: Un análisis multidimensional. Gil-Lafuente, Ana Maria; Torres Martínez, Agustín; Boria Reverter, Sefa; Amiguet Molina, Lluís.* 
- MO-54/19 *Sistemas de innovación en Latinoamérica: Una mirada compartida desde México, Colombia y Chile. Gil-Lafuente, Ana M.; Alfaro-García, Víctor G.; Alfaro-Calderón, Gerardo G.; Zaragoza-Ibarra, Artemisa; Gómez-Monge, Rodrigo; Solís-Navarrete, José A.; Ramírez-Triana, Carlos A.; Pineda-Escobar, María A.; Rincón-Ariza, Gabriela; Cano-Niño, Mauricio A.; Mora-Pardo, Sergio A.; Nicolás, Carolina; Gutiérrez, Alexis; Rojas, Julio; Urrutia, Angélica; Valenzuela, Leslier; Merigó, José M.* 
- MO-56/19 *Kazakhstan: An Alliance or civilizations for a global challenge. Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan – Institute of Economic Research; Royal Academy of Economic and Financial Sciences of Spain.* 
- MO-60/19 *Medición de las capacidades de innovación en tres sectores primarios en Colombia. Efectos olvidados de las capacidades de innovación de la quínoa, la guayaba y apícola en Boyacá y Santander. Blanco-Mesa, Fabio; León-Castro, Ernesto; Velázquez-Cázares, Marlenne; Cifuentes-Valenzuela, Jorge; Sánchez-Ovalle, Vivian Ginneth.* 
- MO-61/19 *El proceso demográfico en España: análisis, evolución y sostenibilidad. Gil-Lafuente, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa.* 

- MO-64/20 *Capacidades de Innovación Ligera en Iberoamérica: Implicaciones, desafíos y sinergias sectoriales hacia el desarrollo económico multilateral*. Alfaro-García, VG.; Alfaro-Calderón, GG.; García-Orozco, D.; Zaragoza-Ibarra, A.; Boria-Reverter, S.; Gómez-Monge, R.
- MO-65/20 *El adulto mayor en España: Los desafíos de la sociedad ante el envejecimiento*. Gil-Lafuente, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa. 
- MO-68/21 *Public policy to handle aging: the seniors' residences challenge / Políticas para la gestión pública del envejecimiento: el desafío de las residencias para personas mayores*. Kydland, F.; Kydland, T.; Valero Hermosilla, J. y Gil-Lafuente, Ana M.  
- MO-70/21 *Ecología y tecnología para una nueva economía poscovid-19*. Ana Maria Gil-Lafuente, Agustín Torres-Martínez, Tulia Carolina Guzmán-Pedraza, Sefa Boria-Reverter.
- MO-80/23 *Cómo envejecemos los españoles: Enfermedades prevalentes y morbilidad en nuestra senectud*. Ana Maria Gil-Lafuente, Sefa Boria-Reverter, Lourdes Souto Anido, Emilio Vizuet Luciano, Jaime Gil Lafuente.  
- MO-82/23 *Sostenibilidad Urbanística y Vivienda*. Aline Castro-Rezende, Ana Maria Gil-Lafuente, Lluís Amiguet Molina, Luciano Barcellos-Paula, Sander Laudy.  
- MO-83/23 *Innovación Tecnológica, modelos Computacionales y Sostenibilidad en Iberoamérica*. Dirección Ana Maria Gil-Lafuente. **Autores:** **Argentina:** Lucila Lazzari, Luisa; Fernández, María José; Parma, Andrea; Landolfi, Bettina; Goyheix, Daniela; Douelle, Matías; **Brasil:** Valotto Patuzzo, Genilson; França Naves, Thiago; Ono Fonseca, Keiko Verônica; Teresinha Beuren, Arlete; Reitz Cardoso, Flávia Aparecida; Delisandra Feltrim, Valéria; **Chile:** Olazabal-Lugo, Maricruz; Espinoza-Audelo, Luis Fernando; Perez-Arellano, Luis A.; Huesca-Gastelum, Martin I.; Delgadillo-Aguirre, Alicia; Leon-Castro, Ernesto; **Colombia:** Blanco-Mesa, Fabio; Abril-Teatin, Jheisson; **Cuba:** Souto Anido, Lourdes; Imbernó Díaz, Ana Laura; **Ecuador:** Pilar Tamayo Herrera, Aracely; Tapia, Freddy; **España:** Gil-Lafuente, Ana Maria; Boria-Reverter, Sefa; Torres Vergara, Carlos; **México:** García-Orozco, Dalia; Merino Arteaga, Ireri Patricia; Alfaro-García, Víctor G.; **Perú:** Barcellos de Paula, Luciano; **Portugal:** Castro Rezende, Aline. 
- MO-84/24 *Crecimiento Sostenible en España: Los retos del Pacto Mundial*. Ana Maria Gil-Lafuente, Josefa Boria Reverter, Darley Biviana Pacheco Cubillos.  
- MO-87/24 *Crecimiento Sostenible e Infraestructuras*. (Cátedra UB_Fundación Mutua Madrileña sobre sostenibilidad empresarial). Finn E. Kydland, Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Maurici Lucena Betriu, Lluís Amiguet Molina, Nenad Filipovic, 2024.  
- MO-92/24 *Crisis financieras ¿Por qué se producen y cómo afrontarlas?* Ana Maria Gil-Lafuente, Emili Vizuet-Luciano y Sefa Boria-Reverter (Eds). Erik Maskin, Jaime Gil-Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Lluís Amiguet Molina, Mario Aguer, Emili Vizuet-Luciano, Jaime A. López-Guauque. Barcelona, 2024.  
- MO-93/24 *Sostenibilidad en el entorno químico*. Ana Maria Gil-Lafuente y Luciano Barcellos-Paula (Eds). Carlos Navarro, Jaime Gil Aluja, Juan Carlos Valero, Lluís Amiguet Molina, Vicente Liern. Barcelona, 2024.  

- MO-95/25 *Sostenibilidad en el sector turístico*. Ana Maria Gil-Lafuente, Josefa Boria-Reverter (Eds). Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Amancio López Seijas, Mario Aguer Hortal, Lluís Amigué Molina, Juan Carlos Valero, Maribel Esparcia Pérez, Josefa Boria-Reverter. Barcelona, 2025.  
- MO-100/25 *Sostenibilidad alimentaria*. Jaime Gil-Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Jordi Aycart Vidal, Fernando Casado Juan, Emili Vizquete-Luciano, Josefa Boria-Reverter, Lluís Amigué Molina, Juan Carlos Valero Hermosilla. Barcelona, 2025.  
- MO-101/25 *Sostenibilidad en el sector farmacéutico*. Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Ingrid N. Pinto López, Jaime A. López-Guauque, Lluís Amigué Molina, Ramón Álvarez, Javier Martínez Roldán, Jorge Isaac González, Felipe Hernández Rosales, Crishelen Kurezyn Díaz, Felipe Machorro Ramos, Claudia Malcón Cervera, José Antonio Fernández Pérez, Cynthia M. Montaudon Tomas, Alba Ancochea, María Vanessa Romero Ortiz, Marcela Haydée Ruiz-Vázquez. Barcelona, 2025. 
- MO-102/25 *Sostenibilidad en el sector editorial*. Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Luciano Barcellos-Paula, Jaime A. López-Guauque, Lluís Amigué Molina, Carlota del Amo, Joan Mera, Jordi Panyella. Barcelona, 2025. 
- MO-104/25 *Sostenibilidad en el sector energético*. Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Josefa Boria-Reverter, Ignasi Nieto Magaldi, Lluís Amigué Molina, Mario Aguer Hortal. Barcelona, 2025. 

OTRAS PUBLICACIONES Y COEDICIONES DE LA REAL ACADEMIA

- M-1/03 *De Computis et Scripturis (Estudios en Homenaje al Excmo. Sr. Dr. Don Mario Pifarré Riera)*, 2003. 
- M-2/04 *Sesión Académica de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en la Académie du Royaume du Maroc (Publicación del Solemne Acto Académico en Rabat el 28 de mayo de 2004)*, 2004.  
- M-3/05 *Una Constitución para Europa, estudios y debates (Publicación del Solemne Acto Académico del 10 de febrero de 2005, sobre el “Tratado por el que se establece una Constitución para Europa”)*, 2005. 
- M-4/05 *Pensar Europa (Publicación del Solemne Acto Académico celebrado en Santiago de Compostela, el 27 de mayo de 2005)*, 2005.
- M-5/06 *El futuro de las relaciones euromediterráneas (Publicación de la Solemne Sesión Académica de la R.A.C.E.F. y la Universidad de Túnez el 18 de marzo de 2006)*, 2006. 
- M-6/06 *Veinte años de España en la integración europea (Publicación con motivo del vigésimo aniversario de la incorporación de España en la Unión Europea)*, 2006. 
- M-7/07 *La ciencia y la cultura en la Europa mediterránea (I Encuentro Italo-Español de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y la Accademia Nazionale dei Lincei)*, 2007.  
- M-8/07 *La responsabilidad social de la empresa (RSE). Propuesta para una nueva economía de la empresa responsable y sostenible*, 2007. 
- M-9/08 *El nuevo contexto económico-financiero en la actividad cultural y científica mediterránea (Sesión Académica internacional en Santiago de Compostela)*, 2008. 
- M-10/08 *Pluralidad y unidad en el pensamiento social, técnico y económico europeo (Sesión Académica conjunta con la Polish Academy of Sciences)*, 2008.  
- M-11/08 *Aportación de la ciencia y la cultura mediterránea al progreso humano y social (Sesión Académica celebrada en Barcelona el 27 de noviembre de 2008)*, 2009. 
- M-12/09 *La crisis: riesgos y oportunidades para el Espacio Atlántico (Sesión Académica en Bilbao)*, 2009. 
- M-13/09 *El futuro del Mediterráneo (Sesión Académica conjunta entre la Montenegrin Academy of Sciences and Arts y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrada en Montenegro el 18 de mayo de 2009)*, 2009.  
- M-14/09 *Globalisation and Governance (Coloquio Internacional entre la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y el Franco-Australian Centre for International Research in Management Science (FACIREM), celebrado en Barcelona los días 10-12 de noviembre de 2009)*, 2009. 
- M-15/09 *Economics, Management and Optimization in Sports. After the Impact of the Financial Crisis (Seminario Internacional celebrado en Barcelona los días 1-3 de diciembre de 2009)*, 2009.  

- M-16/10 *Medición y Evaluación de la Responsabilidad Social de la Empresa (RSE) en las Empresas del Ibex 35*, 2010. 
- M-17/10 *Desafío planetario: desarrollo sostenible y nuevas responsabilidades (Solemne Sesión Académica conjunta entre l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux- Arts de Belgique y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, en Bruselas el día 8 de junio de 2010)*, 2010.  
- M-18/10 *Seminario analítico sobre la casuística actual del derecho concursal (Sesión Académica celebrada el 4 de junio de 2010)*, 2010. 
- M-19/10 *Marketing, Finanzas y Gestión del Deporte (Sesión Académica celebrada en la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en diciembre de 2009)*. 2010  
- M-20/10 *Optimal Strategies in Sports Economics and Management (Libro publicado por la Editorial Springer y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras)*. 2010
- M-21/10 *El encuentro de las naciones a través de la cultura y la ciencia (Solemne Sesión Académica conjunta entre la Royal Scientific Society de Jordania y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, en Amman el día 8 de noviembre de 2010)*. 2010.  
- M-21B/10 *Computational Intelligence in Business and Economics (Proceedings de MS'10 International Conference celebrada en Barcelona los días 15-17 de julio de 2010)*. Edición de World Scientific, 2010.
- M-22/11 *Creación de valor y responsabilidad social de la empresa (RSE) en las empresas del IBEX 35*. 2011. 
- M-23/11 *Incidencia de las relaciones económicas en la recuperación económica del área mediterránea (VI Acto Internacional celebrado en Barcelona el 24 de febrero de 2011), (Incluye DVD con resúmenes y entrevistas de los ponentes)* 2011.  
- M-25/11 *El papel del mundo académico en la sociedad del futuro (Solemne Sesión Académica en Banja Luka celebrada el 16 de mayo de 2011)*, 2011.  
- M25B/11 *Globalisation, governance and ethics: new managerial and economic insights (Edición Nova Science Publishers)*, 2011.
- M-26/12 *Decidir hoy para crear el futuro del Mediterráneo (VII acto internacional celebrado el 24 de noviembre de 2011)*, 2012.  
- M-27/12 *El ciclo real vs. el ciclo financiero un análisis comparativo para el caso español. Seminario sobre política anticíclica*, 2012.  
- M-28/12 *Gobernando las economías europeas. La crisis financiera y sus retos. (Solemne Sesión Académica en Helsinki celebrada el 9 de febrero de 2012)*, 2012.  
- M-29/12 *Pasado y futuro del área mediterránea: consideraciones sociales y económicas (Solemne Sesión Académica en Bejaia celebrada el 26 de abril de 2012)*, 2012. 
- M-31/13 *Why austerity does not work: policies for equitable and sustainable growth in Spain and Europe (Conferencia del académico correspondiente para Estados Unidos, Excmo. Sr. Dr. D. Joseph E. Stiglitz, Pronunciada en Barcelona en diciembre de 2012)*, 2013.   

- M-32/13 *Aspectos micro y macroeconómicos para sistemas sociales en transformación (Solemne Sesión Académica en Andorra celebrada el 19 de abril de 2013)*, 2013.   
- M-33/13 *La unión europea más allá de la crisis (Solemne Sesión Académica en Suiza celebrada el 6 de junio de 2013)*, 2013.   
- M-33B/13 *Decision Making Systems in Business Administration (Proceedings de MS'12 International Conference celebrada en Río de Janeiro los días 10-13 de diciembre de 2012). Edición de World Scientific*, 2013.
- M-34/14 *Efectos de la evolución de la inversión pública en Educación Superior. Un estudio del caso español y comparado (Trabajo presentado por la Sección Primera de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras)*, 2014. 
- M-35/14 *Mirando el futuro de la investigación científica (Solemne Acto Académico Conjunto celebrado en Bakú el 30 de mayo de 2014)*, 2014.  
- M-36/14 *Decision Making and Knowledge Decision Support Systems (VIII International Conference de la RACEF celebrada en Barcelona e International Conference MS 2013 celebrada en Chania Creta. Noviembre de 2013). Edición a cargo de Springer*, 2014.  
- M-37/14 *Revolución, evolución e involución en el futuro de los sistemas sociales (IX Acto internacional celebrado el 11 de noviembre de 2014)*, 2014.  
- M-39/15 *Nuevos horizontes científicos ante la incertidumbre de los escenarios futuros (Solemne Acto Académico Conjunto celebrado en Cuba el 5 de mayo de 2015)*, 2015.  
- M-40/15 *Ciencia y realidades económicas: reto del mundo post-crisis a la actividad investigadora (X Acto Internacional celebrado el 18 de noviembre de 2015)*, 2015.   
- ME-42/16 *Vivir juntos (Trabajo presentado por la Sección Tercera de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras)*, 2016. 
- MS-43/16 *¿Hacia dónde va la ciencia económica? (Solemne Acto Académico Conjunto con la Universidad Estatal de Bielorrusia, celebrado en Minsk el 16 de mayo de 2016)*, 2016.   
- MS-44/16 *Perspectivas económicas frente al cambio social, financiero y empresarial (Solemne Acto Académico Conjunto con la Universidad de la Rioja y la Fundación San Millán de la Cogolla, celebrado en La Rioja el 14 de octubre de 2016)*, 2016.   
- MS-45/16 *El Comportamiento de los actores económicos ante el reto del futuro (XI Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado en Barcelona el 10 de noviembre de 2016)*, 2016.   
- MS-46/17 *El agua en el mundo-El mundo del agua/ Water in the world- The World of Water (Nueva Edición Bilingüe Español-Inglés del Estudio a cargo del Prof. Dr. Jaime Lamo de Espinosa, publicada con motivo del 150 aniversario de Agbar)*, 2017.   
- MS-48/17 *El pensamiento económico ante la variedad de espacios españoles (Solemne Acto Académico conjunto con la Universidad de Extremadura y la Junta de Extremadura celebrado los días 2-3 de marzo de 2017)*, 2017.   

- MS-49/17 *La economía del futuro en Europa. Ciencia y realidad. Calmîc, Octavian; Aguer Hortal, Mario; Castillo, Antonio; Ramírez Sarrió, Dídac; Belostecinic, Grigore; Rodríguez Castellanos, Arturo; Bîrcă, Alic; Vaculovschi, Dorin; Metzeltin, Michael; Verejan, Oleg; Gil Aluja, Jaime.* 
- MS-51/17 *Las nuevas áreas del poder económico (XII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 16 de noviembre de 2017), 2017.*   
- MS-53/18 *El reto de la prosperidad compartida. El papel de las tres culturas ante el siglo XXI. Solemne acto académico conjunto con la Fundación Tres Culturas del Mediterráneo (Barcelona Economics Network). Askenasy, Jean; Imanov, Gorkmaz; Granell Trias, Francesc; Metzeltin, Michael; Bernad González, Vanessa; El Bouyoussfi, Mounir; Ioan Franc, Valeriu; Gutu, Corneliu.*   
- MS-54/18 *Las ciencias económicas y financieras ante una sociedad en transformación. Solemne Acto Académico conjunto con la Universidad de León y la Junta de Castilla y León, celebrado el 19 y 20 de abril de 2018. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Escudero Barbero, Roberto; Pont Amenós, Antonio; Ulibarri Fernández, Adriana; Mallo Rodríguez, Carlos; Gil Aluja, Jaime.*   
- MV-01/18 *La ciencia y la cultura ante la incertidumbre de una sociedad en transformación (Acto Académico de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en la Universidad de Tel Aviv celebrado el 15 y 16 de mayo de 2018), 2018.* 
- MS-55/19 *Desafíos de la nueva sociedad sobrecompleja: Humanismo, dataísmo y otros ismos (XIII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 15 y 16 de noviembre de 2018), 2018.*   
- MS-57/19 *Complejidad Financiera: Mutabilidad e Incertidumbre en Instituciones, Mercados y Productos. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universitat de les Illes Balears, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, el Cercle Financer de Balears, el Colegio de Economistas de las Islas Baleares y el Cercle d'Economia de Mallorca, celebrado los días 10-12 de abril de 2019. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Liern Carrión, Vicente; Gil Aluja, Jaime.*   
- ME-58/19 *Un ensayo humanista para la formalización económica. Bases y aplicaciones (Libro Sección Segunda de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras), 2019.* 
- MS-59/19 *Complejidad Económica: Una península ibérica más unida para una Europa más fuerte. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Beira Interior – Portugal y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, celebrado el día 19 de junio de 2019. Askenasy, Jean; Gil Aluja, Jaime; Gusakov, Vladimir; Hernández Mogollón, Ricardo; Imanov, Korkmaz; Ioan-Franc, Valeriu; Laichoubi, Mohamed; López González, Enrique; Marino, Domenico; Redondo López, José Antonio; Rodríguez Rodríguez, Alfonso; Gil Lafuente, Ana Maria.* 
- MS-62/20 *Migraciones (XIV Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 14 y 15 de noviembre de 2019), 2019.*  

- MS-63/20 *Los confines de la equidad y desigualdad en la prosperidad compartida. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Cantabria y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado los días 7 y 8 de mayo de 2020.* Ramírez Sarrió, Dídac; Gil Aluja, Jaime; Rodríguez Castellanos, Arturo; Gasòliba, Carles; Guillen, Montserrat; Casado, Fernando; Gil-Lafuente, Ana Maria, Sarabia Alegría, José María.  
- MS-66/21 *La vejez: conocimiento, vivencia y experiencia (XV Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 10 y 20 de noviembre de 2020), 2020.* 
- MS-67/21 *Sistemas de pensiones para una longevidad creciente. Una mirada a los sistemas de pensiones en Bielorrusia, España, Finlandia, México y Suiza. Daniel i Gubert, Josep; Wanner, Jean-Marc; Gusakov, Vladimir; Kiander, Jaakko; González Santoyo, Federico; Flores Romero, Beatriz; Gil-Lafuente, Ana Maria; Guillen, Montserrat. 2021.* 
- MS-69/21 *Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al I Ciclo de Conferencias Internas). Gil Aluja, Jaime; Granell Trias, Francesc; Aguer Hortal, Mario; Ramírez Sarrió, Dídac; Argandoña Rámiz, Antonio; Liern Carrión, Vicente; Gil-Lafuente, Ana Maria. 2021.*  
- MS-71/22 *Incidencias económicas de la pandemia. Problemas y oportunidades. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Valencia y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado los días 21 y 22 de octubre de 2021. Gil Aluja, Jaime; Aguer Hortal, Mario; Maqueda Lafuente, Francisco Javier; Ramírez Sarrió, Dídac; Liern Carrión, Vicente; Rodríguez Castellanos, Arturo; Guillén Estany, Montserrat.*  
- MS-72/22 *La nueva economía después del Sars-Cov-2. Realidades y revolución tecnológica. (XVI Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 18 y 19 de noviembre de 2021), 2021.*  
- ME-73/22 *El Banco Central Europeo y la crisis financiera (2007-2018). Sección de Ciencias Económicas de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Argandoña Rámiz, Antonio; Castells Oliveres, Antoni. 2022.*  
- MS-74/22 *Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al II Ciclo de Conferencias Internas). Gil Aluja, Jaime; Rodríguez Rodríguez, Alfonso; Guillén Estany, Montserrat; Rodríguez Castellanos, Arturo; Lago Peñas, Santiago; Barquero Cabrero, José Daniel; López González, Enrique. 2022.*  
- MS-75/22 *Soluciones económicas y tecnológicas a la degradación del ecosistema del planeta. (I Seminario Internacional Abierto de Barcelona de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 8 y 9 de junio de 2022) ,2022.*  
- ME-76/22 *Economistas Españoles Relevantes de los siglos XVIII, XIX y XX. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Aguer Hortal, Mario. 2022.* 
- MS-77/23 *¿Por qué no un Mundo Sostenible? La Ciencia Económica va a su encuentro. (XVII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 16 y 17 de noviembre de 2022) ,2022.*  

- MS-78/23 *Los nuevos desafíos y oportunidades de la transformación digital de la economía española. (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Salamanca y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Salamanca el 15 de marzo de 2023).*  
- MS-79/23 *La Ciberseguridad como imperativo para la Economía de España. (Solemne Acto Académico conjunto entre el Instituto Nacional de Ciberseguridad y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en León el 17 de marzo de 2023).*  
- MS-81/23 *Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (Trabajos correspondientes al III Ciclo de Conferencias Internas).* Gil Aluja, Jaime; Gasòliba Böhm, Carles-Alfred; Daniel i Gubert, Josep; Maqueda Lafuente, Francisco Javier; Terceño Gómez, Antonio; Lamo De Espinosa, Jaime. 2023.  
- MS-85/24 *La Ciberseguridad en la Ciencia y en las actividades económicas (Trabajos correspondientes al II Seminario Internacional de primavera de Barcelona).* Gil Aluja, Jaime; Petre Roman; Enrique Lecumberri Mati; Ana Maria Gil-Lafuente, Valeriu Ioan Franc; Korkmaz Imanov; Domenico Marino; Dobrica Milovanovic; Carlo Morabito; Enrique López; José Daniel Barquero; Janusz Kacprzyk; Mario Aguer. 2023.  
- MS-86/24 *Inteligencia Artificial: Innovaciones Económicas y sociales (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Kragujevac y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras).* Jaime Gil Aluja, Nenad Filipovic, Janusz Kacprzyk, Vicente Liern, Veljko Marinkovic, José Daniel Barquero, Tijana Geroski, Valeriu Ioan Franc, Arturo Rodríguez Castellanos. Serbia, abril 19-23. 2023.  
- MS-88/24 *La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta (XVIII Acto Internacional de Barcelona)* Jaime Gil Aluja, Mohamed Laichoubi, Alessandro Bianchi, Juli Minoves Triquel, Erna Hennicot, Valeriu Ioan Franc, Korkmaz Imanov, Constantin Zopounidis, José Daniel Barquero Cabrero, Mario Aguer, Federico González Santoyo, Jean Askenasy, Petre Roman, José M^a Sarabia, Montserrat Guillén, Piergiuseppe Morone, Francesca Bonelli, Domenico Marino, Dobrica Milovanovic, Carlo Morabito, Jean-Pierre Danthine. Barcelona, noviembre 15-16, 2023.  
- MS-89/24 *Las expectativas económicas inciertas en el inquietante orden mundial. (Solemne acto académico conjunto entre la Swiss UMEF University y la RACEF),* Jaime Gil Aluja, Petre Roman, Djawed Sangdel, Janusz Kacprzyk, Sylvaine Mercury Chapuis, Valeriu Ioan-Franc, Andrei-Marius Diamescu, Marc Bonnet, Gilles Grin, Viola Krebs, Natalia Raksha, Arturo Rodríguez Castellanos, Luciano Barcellos, Michel Metzeltin, Korkmaz Imanov, Dan Bog, Carlo Morabito, Mario Aguer. Ginebra, abril 16-19, 2024.  
- MS-90/24 *Retos Económicos y Sociales en el horizonte de 2030. (Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Santiago de Compostela y la RACEF),* Jaime Gil Aluja, Antonio Terceño Gómez, Santiago Lago Peñas, Mario Aguer Hortal, Paula López Martínez, Enrique López González, Luis Otero González, José Antonio Redondo López. Santiago de Compostela, junio 4-7, 2024.  
- MS-91/24 *Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades. IV Ciclo de Conferencias Internas.* Jaime Gil Aluja, José Luis Sánchez Fernández de Valderrama, Francesc Solé Parellada, José Daniel Barquero Cabrero, Arturo Rodríguez Castellanos. Barcelona, 2024.  

- MS-94/24 *La empresa del futuro: crecimiento, sostenibilidad y beneficio*. Jaime Gil Aluja, Mohamed Laichoubi, Francesco Carlo Morabito, Juli Minoves Triquell, Michael Metzeltin, Valeriu Ioan-Franc, Andrei-Marius Diamescu, Gorkhmaz Imanov, Carlos Mallo, Piergiuseppe Morone, Asha Khosravi, Enrique López González, Luciano Barcellos-Paula, Domenico Marino, Francesco Cicione, Luigino Filice, Janusz Kacprzyk, Ioanna Atsalaki, George S. Atsalakis, Constantin Zopounidis, Jean-Jacques Askenasy, Guy Auerbach, Dobrica Milovanović, Federico González-Santoyo, Beatriz Flores-Romero, Ana Maria Gil-Lafuente, Corneliu Gutu, Petre Roman, José María Sarabia, Montserrat Guillén, Erna Hennicot, José Daniel Barquero Cabrero. Barcelona, 14-15 de noviembre de 2024.  
- MS-96/25 *La huella de la inteligencia artificial en la economía humanista*. (Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad Mediterránea de Reggio Calabria y la RACEF). Jaime Gil Aluja, Domenico Marino, Vicente Liern Carrión, Massimiliano Ferrara, Arturo Rodríguez Castellanos, Francesco Cicone, Joan-Francesc Pont Clemente, Francesco Carlo Morabito, Luciano Barcellos-Paula, Ana Maria Gil-Lafuente, José Daniel Barquero. Reggio Calabria, 1-5 de mayo de 2025.  
- MS-97/25 *El cambio epistemológico en la inteligencia artificial y su incidencia en la actividad económica*. (Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Granada y la RACEF). Jaime Gil Aluja, Enrique López González, Francisco Herrera Triguero, Onofre Martorell Cunill, Enrique Herrera-Viedma, Lázaro Rodríguez Ariza, Luis Otero González, Montserrat Guillén Estany, José María Sarabia Alegría, José Daniel Barquero. Granada, mayo 21-24, 2025.  
- ME-98/25 *La productividad y su papel en la economía española*. Sección Primera de Ciencias Económicas de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Antonio Argandoña. Barcelona, 2025. 
- ME-99/25 *Los desafíos pendientes de la unión fiscal europea*. Sección Primera de Ciencias Económicas de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Antoni Castells. Barcelona, 2025. 
- MS-103/25 *Un nuevo proyecto europeo para un nuevo orden mundial*. Jaime Gil Aluja, Mohamed Laichoubi, Francesco Carlo Morabito, Alfredo Rocafort Nicolau, Michael Metzeltin, Valeriu Ioan-Franc, Andrei-Marius Diamescu, Federico González-Santoyo, Beatriz Flores-Romero, Ana Maria Gil-Lafuente, Gilles Grin, Piergiuseppe Morone, Francesca Bonelli, Erna Hennicot-Schoepges, Dobrica Milovanovic, Domenico Marino, Ioanna Atsalaki, Dimitrios Zopounidis, George S. Atsalakis, Constantin Zopounidis, Jean-Jacques Askenasy, Luciano Barcellos-Paula, Enrique López González, Corneliu Gutu, Petre Roman, Gorkhmaz Imanov, José Daniel Barquero Cabrero. Barcelona, 19 - 20 de noviembre de 2025.  
- MS-106/26 *Nuevas tecnologías para el desarrollo económico*. (Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad Técnica de Creta y la RACEF). Jaime Gil Aluja, Ioanna Atsalaki, George S. Atsalakis, Constantin Zopounidis, Arturo Rodríguez Castellanos, Manuel Olariaga Santa Cruz, Jon Barrutia Güenaga, Joan-Francesc Pont Clemente, Christos Lemonakis, Dimitris Zopounidis, Ricardo Hernández Mogollón, Georgios Angelakis, Georgios Baourakis, Christos Lemonakis, Vicente Liern Carrión, José Daniel Barquero. Chania - Creta, 22 - 26 de abril de 2026.  

MS-107/26 *Nuevos horizontes para la investigación económica. (Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad Rey Juan Carlos y la RACEF). Jaime Gil Aluja, Luis Otero González, Camilo Prado Román, Ricardo Hernández Mogollón, Jorge Sainz, Miguel Cuerdo Mir, Carla Rojas Puebla, Rodrigo Pardo Quintanilla, Vicente Liern Carrión, Tomás Gutiérrez Roa, Montserrat Guillén Estany, José Daniel Barquero Cabrero. Madrid, 13 – 15 de mayo de 2026.*  

MS-108/26 *Naturaleza, funcionamiento y posibilidades de un sistema financiero sin moneda física. (Solemne Acto Académico Conjunto entre el Banco Nacional de Rumania, la Academia Rumana y la RACEF). Jaime Gil Aluja, Mugur Isărescu, Fernando Casado Juan, Ovidiu Slăvoiu, Luminița Chivu, Vicente Liern Carrión, Montserrat Guillén Estany, Varujan Vosganian, Ana Maria Gil-Lafuente, Eugen Dijmărescu, Víctor G. Alfaro-García, Claudiu Negrea, Valeriu Ioan-Franc, Dorina Gheorghe. Sinaia (Rumania), 1 – 7 de junio de 2026.*  

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

SESIÓN ACADÉMICA INTERNACIONAL: SINAIA-RUMANIA

JUNTA DE GOBIERNO

Excmos. Sres./Excmas. Sras.:

JAIME GIL ALUJA (Presidente); ISIDRO FAINÉ CASAS (Vicepresidente); FERNANDO CASADO JUAN (Secretario); MONTSERRAT GUILLÉN ESTANY (Vicesecretaria); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Tesorero); ARTURO RODRÍGUEZ CASTELLANOS (Interventor); MARIO AGUER HORTAL (Censor); ANA MARIA GIL-LAFUENTE (Bibliotecaria); CARLES A. GASÒLIBA I BÖHM (Asesor Pte. Sección 1ª); ANTONIO TERCEÑO GÓMEZ (Asesor Pte. Sección 2ª); VICENTE LIERN CARRIÓN (Asesor Pte. Sección 3ª); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Asesor Pte. Sección 4ª).

MS-108/26

NATURALEZA, FUNCIONAMIENTO Y POSIBILIDADES DE UN SISTEMA FINANCIERO SIN MONEDA FÍSICA

Solemne Acto Académico Conjunto entre el Banco Nacional de Rumania, la Academia Rumana y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en el marco de sus eventos internacionales, ha organizado junto con el Banco Nacional de Rumania y la Academia Rumana una jornada técnica en la ciudad de Sinaia, Rumania, bajo el título **“Naturaleza, funcionamiento y posibilidades de un sistema financiero sin moneda física”**. El encuentro contó con una destacada participación de científicos, expertos y académicos, quienes compartieron sus propuestas, análisis y puntos de vista, culminando la jornada con la firma de una declaración conjunta.

Los trabajos científicos presentados por los ponentes se han centrado en el sistema financiero sin moneda física, con motivo del proyecto del Banco Central Europeo para implantar el *euro digital* como moneda única virtual. Las jornadas han permitido analizar las implicaciones, posibilidades y desafíos que plantea la tecnología para la modernización financiera comunitaria y la consolidación de un ecosistema digital global.

Académicos e investigadores han analizado los desafíos actuales, defendiendo el uso del dinero físico frente al sistema digital, resaltando que el control absoluto de las transacciones económicas podría afectar la privacidad e intimidad de los ciudadanos, limitando su capacidad de elección y vulnerando el derecho fundamental de progreso humano. En este sentido, el desarrollo de algoritmos en el marco de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona se está revelando como una herramienta fundamental para abordar estos desafíos.

El contenido de los trabajos aportados a esta conferencia internacional ha quedado recopilado y publicado en esta obra con todas las propuestas e ideas, así como en los diversos formatos digitales de los canales habituales.

La actividad científica y académica de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras sigue su andadura siempre adaptándose a las vicisitudes del entorno y fiel al mandato que tiene encomendado en su tarea de investigar y difundir el conocimiento.

