



SESIONES ACADÉMICAS NACIONALES: SALAMANCA



*Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*

# 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

*Salamanca, 15 de marzo de 2023*



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

La realización de esta publicación  
ha sido posible gracias a



Generalitat de Catalunya  
**Departament  
de Justícia**



con la colaboración de



Fundación "la Caixa"



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**

## Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

### Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Los nuevos desafíos y oportunidades de la transformación digital de la economía española”  
/ Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

#### Bibliografía

ISBN-978-84-09-49598-6

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

1. Economía 2. Tecnología 3. Transformación

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

(Art. 41 del Reglamento)

---

Editora: ©2023 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona.

[www.racef.es](http://www.racef.es)

Fotografía portada: [www.freepik.es](http://www.freepik.es)

Académica Coordinadora: Dra. Ana María Gil-Lafuente

ISBN- 978-84-09-49598-6

Depósito legal: B 8354-2023



---

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

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

---

Impreso y encuadernado en España por Ediciones Gráficas Rey, S.L.—c/Albert Einstein, 54 C/B, Nave 12-14-15  
Cornellà de Llobregat—Barcelona

Impresión Abril 2023



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

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad  
de Salamanca y la Real Academia de Ciencias  
Económicas y Financieras

15 DE MARZO DE 2023

“Los nuevos desafíos y oportunidades de la  
transformación digital de la economía española”

## ACTO ACADÉMICO

### APERTURA Y PRESENTACIÓN

#### **Dr. Jaime Gil Aluja**

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras  
*“Principios, axiomas y algoritmos. El desafío tecnológico”.*

### PRIMERA SESIÓN ACADÉMICA

#### **Dr. Vicente Liern**

Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y  
Financieras  
*“La digitalización y el humanismo como elementos indispensables en la  
transformación social”.*

#### **Dr. Jaime Gil Aluja**

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras  
*“La encrucijada laboral”.*

### SEGUNDA SESIÓN ACADÉMICA

#### **Dra. Montserrat Guillén**

Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras  
*“¿Cómo se calcula el valor de los datos? Cuánto cuesta, cuánto vale y que precio  
está el oro del Siglo XXI”.*

## PROGRAMA

### **Dr. Juan Manuel Corchado**

Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Salamanca

*“La importancia del ecosistema y el emprendimiento tecnológico sostenible para la economía de Salamanca.”.*

### **TERCERA SESIÓN ACADÉMICA**

#### **Dr. Enrique López**

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

*“Humanismo tecnológico y supremacía de la Inteligencia Artificial Cuántica”.*

#### **Dr. Julio Pindado**

Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de Salamanca

*“Empresa familiar: sostenibilidad y desarrollo rural”.*

### **CUARTA SESIÓN ACADÉMICA**

#### **Dr. José Daniel Barquero**

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

*“Economía digital sostenible y el internet de los negocios”.*

#### **Dra. Dolores García**

Profesora titular de Fundamentos del Análisis Económico de la Universidad de Salamanca

*“Selección de mejores opciones: un proceso en el que el decisor es el relevante”.*

### **CLAUSURA ACTO ACADÉMICO**

#### **Dr. Jaime Gil Aluja**

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

*“Hacia una adaptación permanente”.*

# ÍNDICE

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

SOLEMNE ACTO ACADÉMICO CONJUNTO ENTRE LA  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA Y LA REAL ACADEMIA  
DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

15 DE MARZO DE 2023

“LOS NUEVOS DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA  
TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA”

## APERTURA Y PRESENTACIÓN

- Dr. Jaime Gil Aluja  
Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras  
“*Principios, axiomas y algoritmos. El desafío tecnológico*” ..... 13

## PRIMERA SESIÓN ACADÉMICA

- Dr. Vicente Liern  
Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas  
y Financieras  
“*La digitalización y el humanismo como elementos indispensables  
en la transformación social*” ..... 27

- Dr. Jaime Gil Aluja  
Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras  
“*La encrucijada laboral*” ..... 41

## SEGUNDA SESIÓN ACADÉMICA

- Dra. Montserrat Guillén  
Académica de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas  
y Financieras  
“*¿Cómo se calcula el valor de los datos? Cuánto cuesta, cuánto vale  
y que precio está el oro del Siglo XXI*” ..... 55

## ÍNDICE

Dr. Juan Manuel Corchado Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Salamanca <i>“La importancia del ecosistema y el emprendimiento tecnológico sostenible para la economía de Salamanca.”</i> .....	63
---	----

### **TERCERA SESIÓN ACADÉMICA**

Dr. Enrique López Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras <i>“Humanismo tecnológico y supremacía de la Inteligencia Artificial Cuántica”</i> .....	117
--	-----

Dr. Julio Pindado Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de Salamanca <i>“Empresa familiar: sostenibilidad y desarrollo rural”</i> .....	139
--	-----

### **CUARTA SESIÓN ACADÉMICA**

Dr. José Daniel Barquero Académico de Número de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras <i>“Economía digital sostenible y el internet de los negocios”</i> . .....	155
---	-----

Dra. Dolores García Profesora titular de Fundamentos del Análisis Económico de la Universidad de Salamanca <i>“Selección de mejores opciones: un proceso en el que el decisor es el relevante”</i> .....	165
---	-----

### **CLAUSURA SOLEMNE ACTO**

Dr. Jaime Gil Aluja Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras <i>“Hacia una adaptación permanente”</i> .....	183
--	-----

### **PUBLICACIONES**

<i>Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras</i> .....	189
---	-----

# APERTURA Y PRESENTACIÓN



# PRINCIPIOS, AXIOMAS Y ALGORITMOS. EL DESAFÍO TECNOLÓGICO

## Presentación



Dr. Jaime Gil Aluja

*Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*

La idea de Salamanca como símbolo de sabiduría, es uno de los pocos recuerdos de infancia que, con mayor insistencia, reviven en mi memoria.

Como la rueda gira en el molino por el impulso del agua de un afluente, retorna Salamanca a la memoria, en los primeros estudios de mi juventud universitaria, cuando nos dieron a conocer, desde el conocimiento escolástico tardío, los primeros apuntes de lo que luego fue **ciencia económica**.

Tanto ahora, como entonces, imaginando el pensamiento salmantino, solo se percibían tenues imágenes, aun cuando luego resultaron esenciales para asentar lo que después de consideró el origen de la “economía moderna”.

Fue la llamada **Escuela de Economía de Salamanca** de los Francisco de Vitoria (1485-1546), Martín de Azpilicueta (1493-1586), Diego de Covarrubias (1512-1577) y Luis de Molina (1535-1601), para solo citar cuatro de los más importantes escolásticos tardíos formados en la tradición tomista.

No eran economistas en sentido estricto, sino teólogos morales que, con unos fundamentos teóricos sólidos, anticiparon en el Siglo XVI las teorías del valor y de los precios de los marginalistas de la Escuela de Viena de finales del Siglo XIX.

Varios siglos han transcurrido para que un grupo de investigadores procedentes del extremo noreste de España lleguen a Salamanca para proponer una colaboración para consumir el cambio epistemológico de la ciencia económica más importante desde entonces.

Se trata de un núcleo de nuevos conocimientos, que ha sido acogido e impulsado por la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España (RACEF) desde los primeros años de este siglo XXI y que ya es conocido en el ámbito académico como **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

A España se debe, pues, el honor de haber sido la cuna en la que se han medido, por dos veces, unas ideas para **construir los cimientos** sobre los que levantar el edificio de la economía como ciencia. En sus orígenes en Salamanca y ahora como una de las más importantes revoluciones habidas en todos los tiempos: la **incorporación de la subjetividad numerizada** para optimizar las decisiones humanas.

Con este fin era necesario proponer una nueva estructura formal a partir de un nuevo principio, el **principio de simultaneidad gradual**, capaz de sustituir, generalizándolo, al bimilenario **principio del tercio excluso** (“tertium non datur”), disponer de ciertas reglas con las que definir nuevos conceptos, adecuados operadores y elaborar con unos y otros un sistema de hipótesis fundamentales.

Lo demás tendría que surgir como fruto del razonamiento y de la imaginación, en un espacio de **amplia colaboración** a partir de puntos de vista distintos, de especialidades diferentes y de conocimientos variados.

No partimos de cero. De entre quienes recogieron el testigo de los iniciales estudios de Investigación Operativa, quedó un **pequeño grupo**, entre el que se encontraba este presidente gracias a la generosidad de mi maestro Arnold Kaufmann y del homeópata de origen libanés Jacques Peze.

Este heterogéneo grupo adoptó como guía de su nueva andadura, unos **axiomas**, que fueron presentados a finales de los años 80 del pasado siglo XX en una obra “La civilisation promotionnelle”, <sup>1</sup>cuya autoría se debe a “Quadrivium”, nombre con el que se conocía al grupo citado.<sup>2</sup>

Ante el que los círculos ilustrados de hace más de medio siglo se llamó **desafío tecnológico** se establecieron, pues, unos **axiomas**, entendidos estos en sentido amplio, a modo de referenciales, con la finalidad de cambiar una sociedad que se consideraba sin objetivos.

Una sociedad en la que no debían ser modelo de la ciudadanía: las “vetettes” de la canción, de la política o del deporte (hoy hablaríamos también de “influencers”). No se debía aceptar, sin pasar por el tamiz de la reflexión, los sofismos de una demasiada extendida clase política, sea cual fuere el prestigio fabricado en torno suyo. No debían tener cabida los consumidores que actuaran de manera mecánica, controlables por ciertos medios de comunicación.

Tres eran, inicialmente, los axiomas fundamentales<sup>3</sup>, que recogemos a continuación:

- 1.- Axioma de existencia: “La plenitud del ser humano es de naturaleza intelectual”.
- 2.- Axioma de extensión: “El deber esencial del ser humano consiste en contribuir a la promoción de los otros seres humanos”.
- 3.- Axioma de regulación: “El compromiso promocional es libre”.

Un cuarto axioma fue incorporado, más tarde, al que se le asignó, también, naturaleza fundamental:

---

1 Quadrivium: “La civilisation promotionnelle”. Robert Morel (Ed.) Draguignan, 1968.

2 **Quadrivium** es el nombre adoptado por una treintena de intelectuales europeos, de distintas disciplinas, que desde 1966 se reunían periódicamente para confrontar ideas sobre lo que entonces llamaban **desafío tecnológico**.

3 Kaufmann, A.: “Fondaments d’une civilisation promotionnelle” en la obra “La civilisation promotionnelle ». Robert Morel (Ed.) Draguignan, 1968, pág. 22-25.

4.- Axioma de posibilidades mentales: “Con la ayuda de una pedagogía adecuada, todo ser humano puede promocionar intelectualmente, sea cual fuere su edad y sea el que fuere su entorno”.

A la nueva sociedad a la que aspirábamos se le dio el nombre de **Civilización promocional**. En ella figuraba como sólida base la **educación permanente**.

Aspirábamos a conseguir el derecho de la verdadera libertad, la del **pensamiento**. Queríamos unos sistemas **económicos liberales** como la Escuela de Salamanca, con objetivos más amplios que los estrictamente político-económicos. Y todo ello ¡hace más de medio siglo!

¿No les suena esto a los tres objetivos de la **sostenibilidad empresarial**, hoy en la cúspide de la ciencia económica de vanguardia: bienestar del humano, limpieza medio ambiental y progreso compartido (las p, p, p inglesas people, planet, progress)?

Decíamos, entonces, (hace medio siglo) que la humanidad luchaba por la defensa de posiciones materiales o bien por ideologías políticas, “en continuas contradicciones internas”. Nosotros, en cambio, aspirábamos a que la batalla se librara por **la educación**, “porque sin ella no existe la verdadera libertad, la dignidad y la igualdad en su más noble sentido.”

El tiempo, siempre inexorable, fue arrancando vidas de **Quadrivium**, pero la letra de los textos escritos y el espíritu que nos animaba permanecieron, aún con una explicable dispersión de sus cada vez menos miembros. Arnold Kaufmann, Jacques Pezé y el más joven del grupo, Jaime “el español”, permanecemos en contacto personal y epistolar hasta que los dos primeros enviaron al tercero, sendas cartas a modo de testamento intelectual que permanecen grabadas en mi memoria y que se adjuntan como anexo.

Sin dejar su vigencia, el tiempo, que no ha transcurrido en vano, nos ha obligado a realizar una profunda revisión hasta los fundamentos mismos de la

Ciencia Económica, para **adaptarla** a las necesidades de un mundo repleto de complejidades e incertidumbres.

Nos hallamos en el inicio de este Seminario, por lo que solo proceden apuntar los elementos esenciales para la construcción del edificio donde colocar, fase tras fase: principios, axiomas, conceptos, operadores, teorías, técnicas, modelos y algoritmos. Apuntes que esperamos sean útiles para ayudar en la senda que debe llevar a un significativo avance en nuestro ambicioso objetivo.

El primer apunte, esencial e imprescindible, es el de la formulación del ya citado **Principio de simultaneidad gradual**, presentado por vez primera en el III Congreso SIGEF de Buenos Aires de 1996, que reza así: “Toda proposición es verdadera y falsa a la vez, a condición de asignar un grado a su verdad y un grado a su falsedad”.<sup>4</sup>

Las propias necesidades de seguir trabajando en la lucha por el humanismo, han provocado la necesidad de crear o reformular nuevos **conceptos** como el de “grado” o “nivel”, “entropía económica” y “playa de entropía”, así como los de relación<sup>5</sup>, agrupación<sup>6</sup>, asignación<sup>7</sup> y ordenación.<sup>8</sup>

Surgió la necesidad de utilizar operadores válidos para ser utilizados en “cálculos subjetivos”, de naturaleza distinta, tales como la **agregación**<sup>9</sup> para

---

4 Gil Aluja, J.: “Lances y desventuras del paradigma de la teoría de la decisión” *Proceedings del III Congreso SIGEF*. Buenos Aires, 11-13 de noviembre de 1996.

5 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. KluwerAcademics Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 33-123. (ISBN: 0-7923-5987-9).

6 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. KluwerAcademics Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 125-181. (ISBN: 0-7923-5987-9).

7 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. KluwerAcademics Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 184-263. (ISBN: 0-7923-5987-9).

8 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. KluwerAcademics Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 265-338. (ISBN: 0-7923-5987-9).

9 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. KluwerAcademics Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 33-123. (ISBN: 0-7923-5987-9).

sustituir a la suma, la **distancia**<sup>10</sup> para sustituir a la sustracción o el “**max-min**”<sup>11</sup> para reemplazar en ciertos casos a la derivación.

En 1999 publicamos una obra en Kluwer<sup>12</sup> que recoge los trabajos desarrollados mediante cuatro teorías, que formalizamos en torno a los conceptos de **relación, agrupación, asignación y ordenación**.

Estos cuatro conceptos, con sus operadores, bastan para dar una buena solución a cualquier problema económico en un contexto de complejidad e incertidumbre. Quizás en el futuro vengan más.

Con la “matemática numérica” y la “no numérica” de la incertidumbre se ha dispuesto, ya, de un cuerpo técnico capaz de **tratar** la fenomenología económica con instrumentos humanistas.

Esta base debe permitir el tratamiento de la futura sociedad en la que tendrán lugar las relaciones de un humano con otros humanos. Lo hemos realizado en ocasiones anteriores, al percibir los avances del **transhumanismo**, del **dataismo** y de la **transformación digital**. Hemos asumido los riesgos y también las importantes ventajas y oportunidades que comportan, de la que, lo reconocemos, somos los primeros tributarios.<sup>13</sup>

En momentos de cambios profundos, rápidos y en direcciones difícilmente predeterminables, como los que estamos viviendo, hacen falta **puntos de luz** para no sufrir desvaríos, desorientación y desencanto, vitaminas infalibles para la **deshumanización**.

---

10 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 125-181. (ISBN: 0-7923-5987-9)

11 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London. Págs. 184-263. (ISBN: 0-7923-5987-9).

12 Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London 1999 (ISBN: 0-7923-5987-9)

13 Gil Aluja, J.: “En el horizonte del poshumanismo” en la obra colectiva “Desafíos de la nueva sociedad sobrecompleja: humanismo, transhumanismo, dataismo y otros ismos”. Ed. RACEF, Barcelona 2019, págs. 238-239 (ISBN: 978-84-09-08674-0)

No lo permitamos, queridos académicos. Desde la **Escuela de Economía Humanista de Barcelona** y de la **Real Corporación** que presido quiero animarles a que se unan a nosotros para conseguir que los avances en Inteligencia Artificial, en cuyos inicios contribuimos, sean un acicate en el esfuerzo de aprender y en el goce de saber y no meros instrumentos al servicio de poderes dictatoriales que nos vigilen; porque la libertad es la premisa de todo logro humano, como Kaufmann, Zadeh y Pezé, y quien les habla, siempre defendimos.

Que la Universidad de Salamanca, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y la Escuela de Economía Humanista de Barcelona sigan aprendiendo y enseñando para la libertad y la prosperidad compartida.

Gracias a todos.

Environnement et Santé  
(Association Loi de 1901 - J.C.I. du 5 jan. 1990)  
89, rue de Chézy  
92200 Neuilly sur Seine

Paris le 18 Jan 2000

Cher Professeur Gil Aluja

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 de 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 2 Février 1988 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 short 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 personnes 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 de compte rendu 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

Come le 2-4-94

A Kaufmann  
 2 allée du Chêne  
 38000 Cronne

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'Uni-  
 versité de Barcelone. Il y a une trentaine d'années  
 j'ai eu comme élève sainte sainte GIL ALISA, depuis il  
 est responsable des plus hautes instances du Dépar-  
 tement d'Economie de l'Université de Barcelone.

Depuis, dès 1978, nous avons collaboré à  
 des travaux de recherches avancées dans le domai-  
 ne des applications à l'économie d'entreprise lors-  
 que les données empiriques sont incertaines. Ceci en  
 appliquant les propriétés de la théorie des jeux en milieu  
 flou. En collaboration avec le Professeur sainte GIL  
 ALISA nous avons publié en espagnol 8 ouvrages impor-  
 tants jusqu'à ce jour et plusieurs autres sont en cours  
 de publication. En outre, de nombreux articles, séminai-  
 res, exposés ont été présentés à l'échelle internationale  
 portant sa signature et la mienne.

Dans ces travaux l'apport scientifique de  
 mon ami Gil Alisa a été essentiel. Nos efforts et our  
 sur la gestion scientifique des entreprises sont interligés  
 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  
 travaux se sont formés sous sa direction et je dois  
 souligner l'importance des résultats obtenus.

Il m'a apporté beaucoup dans mes ap-  
 proches personnelles des problèmes nouveaux des sciences  
 humaines en économie, gestion, sociologie. Je veux à la  
 faire savoir publiquement et présenter ma reconnais-  
 sance envers un travail qui a apporté et apportera  
 encore beaucoup pour le développement de nos sciences  
 en son pays et à l'échelle mondiale.

Et c'est aussi mes collègues et ami le plus  
 fidèle -

*E. Alisa*

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Gil Aluja, J.: “Lances y desventuras del paradigma de la teoría de la decisión”.  
Proceedings del III Congreso SIGEF. Buenos Aires, 11-13 noviembre 1996.
- Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. Kluwer  
Academic Publishers. Dordrech, Boston, Londres, 1999. (ISBN: 0-7923-  
5987-9)
- Gil Aluja, J.: “En el horizonte del poshumanismo”, en la obra colectiva “Desa-  
fíos de una sociedad sobrecompleja: humanismo, transhumanismo, dataismo  
y otros ismos”. Ed. RACEF, Barcelona 2019 (ISBN: 978-84-09-08674-0).
- Gil Aluja, J.: “Un ensayo para la solución del problema migratorio a través de  
la Inteligencia Artificial”. En la obra colectiva: “Migraciones”. Ed. RACEF,  
Barcelona, 2020. (ISBN 978-84-0918254-1)
- Kaufmann, A.: “Les logiques humaines et artificielles” Ed. Hermes, París,  
1988. (ISBN: 2-86601-137-6).
- Kaufmann A. y Gil Aluja J.: “Técnicas operativas de gestión para el tratamien-  
to de la incertidumbre”. Ed. Hispano Europea. Barcelona, 1987. (ISBN:84-  
255-0775-8)
- Kaufmann A. y Gil Aluja, J.: “Introducción de la teoría de los subconjuntos  
borrosos a la gestión de las empresas” Ed. Milladoiro, Santiago de Compos-  
tela, 1986. (ISBN: 84.398-7630-0)
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.: “Técnicas especiales para la gestión de exper-  
tos”. Ed. Milladoiro, Vigo 1993. (ISBN: 84-404-3657-2)
- Kaufmann A. y Gil Aluja, J.: “Grafos neuronales para la economía y gestión  
de empresas”. Ed. Pirámide. Madrid 1995. (ISBN: 84-318-0917-3)
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J. y Gil Lafuente A.M.:”La creatividad en la gestión  
de las empresas”. Ed. Pirámide. Madrid, 1994. (ISBN : 84-368-0800-2)
- Pichat, E.: “ Contribution a l’algorithmique non numerique dans les ensem-  
bles ordonnés” Tesis doctoral de Ciencias. Universidad de Grenoble, 1970.

Prigogine, Ilya: “La fin des certitudes”. Versión española con el título: « El fin de las certidumbres ». Ed. Taurus, Buenos Aires, 1997. (ISBN: 84-306-0025-6)

Quadrivium: “La Civilisation Promotionnelle”. Robert Morel, Draguignan, 1ª Edición 1968.

Zadeh , Lotfi A.: “Fuzzy Sets”. Information and Control 8 (3) 1965.



# I SESIÓN ACADÉMICA



# LA DIGITALIZACIÓN Y EL HUMANISMO COMO ELEMENTOS INDISPENSABLES EN LA TRANSFORMACIÓN SOCIAL



Dr. Vicente Liern Carrión

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

**Resumen.**— En esta ponencia se muestra la necesidad de que el humanismo sea una de las guías de la transformación digital. Se analiza la situación europea usando el Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI) y se propone completar este índice con un indicador flexible. Se expone el modelo de Economía Humanista planteado por la Escuela de Economía Humanista de Barcelona y se propone la extracción de reglas humanistas mediante técnicas de Inteligencia Artificial. A partir de estas reglas, podrá determinarse si las decisiones tienen suficientemente en cuenta el humanismo o no es así.

**Palabras clave.**— Transformación digital; Humanismo; Inteligencia Artificial; Técnicas multicriterio flexibles.

Exmo. Sr. Presidente,  
Exmos. Señoras y Señores Académicos,  
autoridades,  
señoras y señores

Para mí es un verdadero honor poder participar en este acto como miembro de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras y hacerlo en una sede tan ligada a la cultura, la educación y la investigación como es Salamanca. En mi charla intentaré esbozar un análisis y algunas propuestas para conjugar un futuro marcadamente digital, pero en el que no podemos ni debemos ignorar a las personas que no poseen este tipo de conocimientos y habilidades tecnológicas. De ahí el título “la digitalización y el humanismo como elementos indispensables en la transformación social”.

A pesar de que del título podría desprenderse una confusión entre ‘digitalización’ y ‘transformación digital’, lo cierto es que no es así, sino que, más bien intenta ser una declaración de principios, advirtiendo que la transformación sólo será beneficiosa para toda la sociedad si se apuesta por una digitalización necesariamente humanista (García Vega, 2022).

## 1. Situación de la digitalización en Europa

La transformación digital, entendida como el proceso de integrar tecnologías digitales en todas las áreas, por un lado implica la adopción de herramientas y técnicas avanzadas, como la inteligencia artificial, la analítica de datos, la automatización de procesos, etc., pero por otro incluye la reorganización de procesos y la implementación de nuevas formas de trabajar, como la colaboración en línea y el trabajo remoto.

Para presentar una imagen global de la situación de España, recurriré a un indicador sintético, el Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI), que actualmente utiliza cinco indicadores parciales (que valoran la conectividad, el capital humano, el uso de internet, la integración de la tecnología digital y los servicios públicos digitales) y permite hacer una estimación de la competitividad digital de los Estados miembros de la Unión Europea (DESI, 2022).

**Tabla 1:** Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI) 2022.

País	DESI	Orden	País	DESI	Orden	País	DESI	Orden			
Alemania	DE	52.88	13	Eslovenia	SI	53.37	11	Letonia	LV	49.72	17
Austria	AT	54.68	10	España	ES	60.77	7	Lituania	LT	52.71	14
Belgium	BE	50.31	16	Estonia	EE	56.51	9	Luxemburgo	LU	58.851	8
Bulgaria	BG	37.68	26	Finlandia	FI	69.60	1	Malta	MT	60.88	6
Chequia	CZ	49.14	19	Francia	FR	53.33	12	Países Bajos	NL	67.37	3

*Cont...*

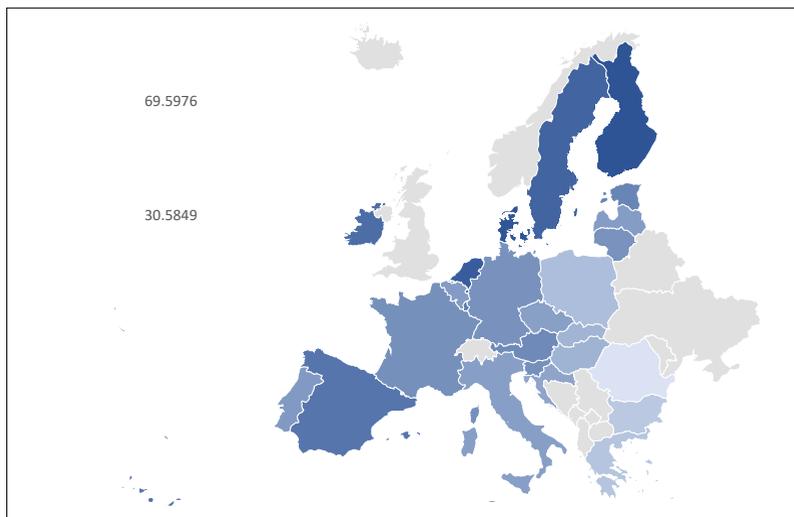
País	DESI	Orden	País	DESI	Orden	País	DESI	Orden			
Chipre	CY	48.352	20	Grecia	EL	38.93	25	Polonia	PL	40.55	24
Croacia	HR	47.551	21	Hungría	HU	43.76	22	Portugal	PT	50.76	15
Dinamarca	DK	69.33	2	Irlanda	IE	62.74	5	Rumanía	RO	30.58	27
Eslovaquia	SK	43.45	23	Italia	IT	49.25	18	Suecia	SE	65.22	4

**Fuente:** Elaboración propia con datos de DESI (2022).

En 2022, España ocupó el 7º puesto de los 27 Estados, con una puntuación de 60.8, más de siete puntos por encima del promedio europeo, y mostrando una mejora incremental desde 2016. A la cabeza se encuentran Finlandia, Dinamarca y Países Bajos. España supera en este índice a las grandes economías europeas: Alemania, Francia e Italia. Y esto quizás merezca una reflexión. A los que trabajamos en algún área de la inteligencia artificial, la primera inquietud que nos suscitan estos resultados es la relación entre este índice y otros indicadores de bienestar y progreso social, PIB per cápita, etc.

Por ejemplo, a pesar de que España ocupa el puesto 12º en el apartado de capital humano y digitalización y que la tendencia es positiva con respecto a años anteriores, casi la mitad de la población española carece de competencias digitales básicas, muy lejos del objetivo de lograr que el 80% de la población tenga al menos competencias digitales básicas para 2030. ¿Se está prestando suficiente atención al aumento del número de especialistas y titulados en tecnologías digitales frente a una buena parte de la sociedad con auténticas carencias en este campo?

Somos conscientes de que en un futuro muy cercano, la mayor parte de los trabajos tendrán que ver con el mundo digital pero, ¿qué pasará con la situación laboral de todas aquellas personas sin conocimientos y habilidades digitales? Se estima que la brecha digital afecta a uno de cada tres ciudadanos y la Administración debe garantizar sus derechos sociales.

**Figura 1:** Mapa coroplético del índice de Economía y Sociedad Digital en 2022.

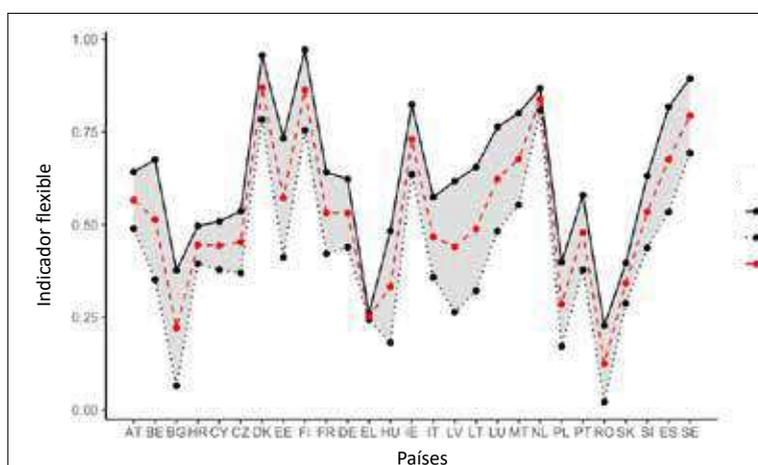
**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos de la Tabla 1.

Por si esto fuera poco para convencer de la amplitud de miras con los que deben marcarse las estrategias digitales, es cierto que en cifras globales, España ocupa buenas posiciones en el ranking; pero permitan que me detenga brevemente en el indicador de la integración de la tecnología digital en 2022. Este indicador debería estimar cómo las tecnologías digitales permiten a las empresas obtener ventajas competitivas, mejorar sus servicios y productos y ampliar sus mercados. Si analizamos el caso de Italia que ocupa el lugar 18º en el ranking global, justo en este subindicador supera en tres posiciones a España. ¿Significa esto que hay países que han descuidado la parte humanista frente a otras dimensiones?. O significa que las valoraciones deberían completarse utilizando técnicas que permitan manejar la incertidumbre y la flexibilidad en los datos. Para esto último, la lógica difusa, de la cuál es un pionero el presidente de nuestra Real Corporación, resulta muy pertinente (Kaufmann et al., 1994).

A modo de ejemplo, podemos flexibilizar la importancia relativa de los cinco indicadores parciales que se sintetizan en el Índice de Economía y Sociedad

Digital (DESI). Para ello utilizaremos una técnica flexible, conocida como UW-TOPSIS, para ordenar preferencias por similitud con la solución ideal sin asignar pesos precisos a cada criterio (Liern, Pérez-Gladish, 2022; Benítez, Liern, 2021). En la Figura 1 y la Tabla 2 se muestran los resultados si se supone que la importancia relativa de cada criterio pueden variar entre el 5% y el 40%.

**Figura 2:** Rangos para cada país de un índice de Economía y Sociedad Digital flexible en 2022.



**Fuente:** Elaboración propia.

Como puede verse en la Figura 1, añadiendo flexibilidad, el Índice de Economía y Sociedad Digital de cada país viene representado por un intervalo entre 0 y 1. Cuanto más alto sea el valor, mejor será el grado de digitalización del país.

En la Tabla 2 pueden observarse los valores mínimo y máximo de cada país y el orden que ocuparía en estos casos. Por ejemplo, en el caso de Lituania sabemos que el Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI) le asigna el puesto 14°. Si el resultado de DESI se completase con el intervalo [0.321, 0.655], obtenido al variar la importancia relativa de los criterios, Lituania estaría entre los puestos 11° y 20°, se estaría aportando una información más

realista de la situación real del país, que con DESI queda un puesto por encima del que obtendría con el punto medio del intervalo.

**Tabla 2:** Índice de Economía y Sociedad Digital flexible y elaborado por DESI con datos de 2022.

País	Mínimo	Orden	Máximo	Orden	Punto medio	Orden	DESI	Orden
Alemania	0.439	10	0.623	15	0.531	13	52.88296	13
Austria	0.489	8	0.642	12	0.566	10	54.67573	10
Belgium	0.351	19	0.675	10	0.513	14	50.3073	16
Bulgaria	0.065	26	0.376	25	0.221	26	37.6799	26
Chequia	0.369	17	0.536	19	0.453	18	49.1436	19
Chipre	0.378	15	0.509	21	0.443	20	48.35222	20
Croatia	0.394	14	0.497	20	0.445	19	47.54611	21
Dinamarca	0.783	2	0.957	2	0.870	1	69.3339	2
Eslovaquia	0.288	21	0.396	24	0.342	22	43.4458	23
Eslovenia	0.437	11	0.631	14	0.534	11	53.3704	11
España	0.533	7	0.818	6	0.675	7	60.77261	7
Estonia	0.412	13	0.732	9	0.572	9	56.51229	9
Finlandia	0.754	3	0.972	1	0.863	2	69.5976	1
Francia	0.421	12	0.641	13	0.531	12	53.32906	12
Grecia	0.243	23	0.261	26	0.252	25	38.93114	25
Hungría	0.181	24	0.483	22	0.332	23	43.75962	22
Irlanda	0.636	5	0.824	5	0.730	5	62.7382	5
Italia	0.358	18	0.574	18	0.466	17	49.2537	18
Letonia	0.264	22	0.617	16	0.440	21	49.71074	17
Lituania	0.321	20	0.655	11	0.488	15	52.71432	14
Luxemburgo	0.483	9	0.763	8	0.623	8	58.85143	8
Malta	0.553	6	0.801	7	0.677	6	60.8825	6
Países Bajos	0.808	1	0.868	4	0.838	3	67.3696	3
Polonia	0.171	25	0.399	23	0.285	24	40.5475	24
Portugal	0.377	16	0.579	17	0.478	16	50.75662	15
Rumanía	0.021	27	0.228	27	0.125	27	30.5849	27
Suecia	0.693	4	0.894	3	0.794	4	65.2231	4

**Fuente:** Elaboración propia.

En el caso de Bélgica, por ejemplo, ocurre al contrario que en Lituania: El intervalo de digitalización es [0.351, 0.675] y éste sitúa a Bélgica entre el lugar 10° y el 19°. Con el punto medio del intervalo alcanzaría la posición 14° y, sin embargo, el DISE lo sitúa dos puestos por debajo, en la posición 16°.

Por supuesto, los resultados que se han presentado aquí sólo responden a intervalos obtenidos por flexibilizar los pesos de los criterios, pero también podrían flexibilizarse otros muchos aspectos, como los propios datos, los criterios, etc. (Liern, Pérez-Gladish, 2022).

## 2. ¿Cómo hemos llegado hasta aquí?

Gottfried Wilhelm Leibniz publicó en 1703 su trabajo *Explication de l'Arithmétique Binaire* en el que desarrollaba un sistema numérico en base 2 utilizando dos valores: el 1 y el 0. El sistema luego fue complementado, entre otros, por George Boole en 1854, Claude E. Shannon en 1938 y George Stibitz, quien en 1940 presentó la primera computadora electromecánica y acuñó el término 'digital.'

Entre 1950 y 1970, se lleva a cabo la «Revolución Digital» con la aparición y proliferación de ordenadores digitales (como Simon en 1950, Apple II en 1977 e IBM PC en 1981) y de los registros digitales, tecnologías que siguen siendo utilizadas en la actualidad.

En la década de 1960, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa, en el Departamento de Defensa de Estados Unidos necesita buscar mejores maneras de usar los ordenadores que eran escasos y muy costosos. Este es el inicio de Internet que en 1990 dio un paso de gigante con el nacimiento de la *World Wide Web*. Con ella, internet cobraría el impulso necesario para salir de un ámbito puramente corporativo/universitario, hasta llegar a convertirse en la herramienta imprescindible que es en nuestros días.

Sin embargo, como ha mostrado en el discurso de bienvenida el presidente de nuestra Real Academia, la transformación digital no ha sido una consecuencia exclusiva de la tecnología. Detrás se ocultan principios, axiomas y algoritmos que son los responsables últimos de que el entramado funcione. De todos, ellos dedicaré sólo una breve reflexión a los algoritmos en el contexto que me ocupa.

El Dr. José Luis Verdegay, catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada, en su lección inaugural de apertura del curso 2019 – 2020 se planteaba «¿En qué piensan los algoritmos?» (Verdegay, 2019).

Un algoritmo es mucho más que una secuencia de pasos lógicos encaminados a resolver un problema. Sólo con esto, el algoritmo no se distinguiría de una receta en la que tienen cabida reglas ambiguas. En los algoritmos, el número de reglas debe ser finito, deben ser específicas, los inputs, los outputs deben ser claros y, por supuesto deben ser efectivos para llegar a la solución.

Para poder resolver un problema con un ordenador se necesita un algoritmo que muestre cómo llegar a la solución, su expresión en un lenguaje de programación y la ejecución correcta de este programa. Estas tres fases son necesarias y, de hecho, de poco sirve contar con un algoritmo si no se programa o no se ejecuta.

Si además queremos que un algoritmo sea válido para la inteligencia artificial, debe poder interpretar correctamente datos externos, aprender de ellos y emplear esos conocimientos para lograr la solución, utilizando para esto una adaptación flexible.

Supongamos que nos planteamos una tarea sencilla: pasar de grados Celsius a grados Fahrenheit. Para la programación tradicional, la que usan por ejemplo las calculadoras, basta con implementar la fórmula de conversión. Si escribo cualquier cantidad en grados Celsius (input) me proporcionará de forma casi automática los grados Fahrenheit (output).

Está claro que esta programación tradicional es muy útil y eficiente, pero implica que conozco, al menos de manera aproximada, la fórmula (las reglas) para obtener el output. Sin embargo, ¿qué ocurre cuando no las conozco o no se pueden conocer porque la complejidad de la situación no lo permite? En este caso, la programación clásica no sería adecuada.

Volviendo al ejemplo de la conversión de grados, pero ahora con inteligencia artificial, en lugar de implementar la fórmula de conversión en el algoritmo, lo que necesitaríamos es conocer el resultado en unos cuantos casos. Introduciríamos estos datos concretos ya convertidos y el algoritmo estaría destinado a que el ordenador generase la regla (aprendiese). A partir de ahí ya se puede aplicar a cualquier otro dato que introduzcamos.

En definitiva, tanto en la programación clásica como en la inteligencia artificial los algoritmos son esenciales. En la primera, a partir de datos y reglas se obtienen soluciones. En la segunda a través de un conjunto de datos y sus soluciones, el ordenador proporciona reglas (aprende) y a partir de ellas se obtienen soluciones para otros datos.

Este aprendizaje ya sea automático (*machine learning*) o profundo (*deep learning*) se apoya en la asimilación de patrones en datos y su uso para generalizar lo aprendido a nuevas informaciones. Si los datos empleados en la fase de entrenamiento no son adecuados, los sistemas resultantes tampoco lo serán. En otras palabras, el algoritmo proporcionará reglas que se adaptarán a los datos de entrenamiento, por lo que aquí surge el primer riesgo. Los sesgos en los datos, ya sean históricos, de representación, de medición, de agregación o de evaluación, harán que el aprendizaje resulte poco efectivo.

Parece que la capacidad de la máquina para aprender de la experiencia y averiguar cómo resolver problemas ante unas condiciones dadas, contrastar la información y llevar a cabo tareas lógicas, debería resolver gran parte de los problemas de la sociedad actual y producir un acercamiento máquina-humano... pero cuidado, porque hay una barrera infranqueable: las decisiones humanas no siempre son lógicas. Incluso podemos ir más allá en lo que Richard Thaler

califica de decisiones irracionales. El *homo economicus* de la escuela neoclásica se ha convertido en un individuo que incorpora emociones cuando toma decisiones y éstas también son imperfectas e irracionales.

### **3. Una economía humanista**

El 17 de junio de 2021, la Junta General de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras dio carácter oficial a lo que en el transcurso de los últimos 50 años se ha ido forjando como una Escuela de Barcelona cuyo objeto de investigación se centraba en las ciencias sociales y humanas desde una perspectiva económica en un sentido amplio. Esta marcada tradición humanista en las investigaciones económicas se formalizó con el nacimiento de la *Escuela de Economía Humanista de Barcelona* que recibió un apoyo unánime, tanto de los académicos como de otros muchos investigadores del área (RACEF, 2021).

Su finalidad es fortalecer la cohesión entre grupos de investigadores de la ciencia económica de todos los continentes para transformar los instrumentos y operadores lógicos y matemáticos de corte mecanicista (los más utilizados generalmente) en instrumentos aptos para conseguir un tratamiento humanista y capaces de abordar problemas complejos que la fenomenología real plantea al mundo de la investigación.

Abordar la creciente complejidad de la economía y los desafíos de la digitalización requiere manejar técnicas que acerquen la investigación a la realidad de una Economía hecha por humanos, teniendo en cuenta las decisiones poco lógicas que adoptamos diariamente. De ahí que las aportaciones de Arnold Kaufmann, Lofti Zadeh, Jacques Pez  y sobre todo nuestro presidente el profesor Gil Aluja, para dotar de flexibilidad a los operadores y los métodos de la Economía sean herramientas tan valiosas en esta reivindicación de la Economía Humanista.

Difícilmente podremos abordar el comportamiento humano si nuestros instrumentos no nos permiten manejar la incertidumbre como un fenómeno inherente a la propia realidad. Hoy sabemos que con la Inteligencia Artificial asistimos a un cambio de paradigma en la toma de decisiones, y estamos ante la posibilidad real de una revisión constante de los parámetros para que sean lo más ajustados posible a la realidad. Pero esto no evita que la auténtica realidad esté indefectiblemente impregnada de incertidumbre y que por más ajustes que se hagan, no lleguemos nunca a escenarios de certeza absoluta.

Uno de los grandes retos actuales de la Inteligencia Artificial es el Análisis de sentimiento. De hecho, quizás sea esta la vía para incorporar a los algoritmos la parte no lógica del pensamiento humano, la que tiene en cuenta el estado anímico de la persona y por extensión el nivel de satisfacción en la interacción con clientes, proveedores y público en general. Y esto sin duda, no puede estar más en consonancia con parte de los objetivos de *La Escuela de Economía Humanista de Barcelona*.

Como afirma Chris Geiser, director de tecnología de The Garrigan Lyman Group, «Entender las matemáticas y los patrones te ayudará hasta cierto punto. Lo más importante es entender cada una de tus fuentes de datos». En estos momentos, el poder reside en la información, y cuando los algoritmos son capaces de aprender por sí solos, los propios datos se transforman en propiedad intelectual. Por eso es necesario intentar sacar el máximo partido para obtener ventajas significativas en todos los ámbitos.

#### **4. Nuestra propuesta**

Hace pocos meses, todos hemos asistido a la campaña “Soy mayor, pero no idiota” emprendida por mi paisano Carlos San Juan de Laorden para exigir atención personal en las sucursales bancarias. El éxito de la movilización parece revelar que hay un fallo de fondo en la estrategia de las entidades

financieras. De hecho, a principios de febrero, la vicepresidenta primera y ministra de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Excma. Sra. Nadia Calviño, anunció al impulsor de la campaña un plan de medidas eficaces para la inclusión financiera, con especial atención en los servicios en las entidades bancarias (Jiménez, 2022).

¿Qué es lo que ha fallado para llegar a esta situación? Sencillamente que no se ha tenido suficientemente en cuenta la parte humanista de la Economía. Y esto ¿cómo debería haberse o hecho? O mucho mejor, ¿cómo debería hacerse en el futuro?

En mi modesta opinión se trataría de llegar a manejar reglas que marcasen la parte humanista en las decisiones. Como hemos dicho anteriormente, establecer esas reglas cuando una situación es muy compleja resulta prácticamente imposible, pero para eso hemos sido capaces de dotarnos de herramientas que pueden establecerlas y proporcionar decisiones que las tenga en cuenta. Para conseguir esto necesitamos datos fiables de los que aprender, porque como advertíamos antes, si los datos empleados en la fase de entrenamiento no son adecuados, los sistemas resultantes tampoco lo serán y las decisiones serán erróneas.

Se trata por tanto de determinar fuentes fiables de información que proporcionen los datos, y esta labor nos corresponde a nosotros: a los investigadores, a la Escuela de Economía Humanista de Barcelona, a la Barcelona Economics Network y otras escuelas de pensamiento. Obtener reglas a partir de buenos datos, ya es una cuestión de técnica y en esto sí que ha habido un enorme avance en los últimos años.

## **5. Conclusiones**

Por último, y evitando alargar en exceso mis palabras, quisiera lanzar un mensaje positivo respecto de la transformación digital, a pesar de todos los

problemas de falta de humanismo, de ciberseguridad, etc. porque estamos en condiciones de que la transformación no se limite al ámbito de las empresas y las organizaciones, sino que se aplique a nivel personal, a través de la adopción de herramientas y tecnologías digitales para mejorar la productividad, la eficiencia y la calidad de vida. Pero esto implica que la creación de las tecnologías debe estar guiada por el humanismo, con las exigencias de sostenibilidad, solidaridad y, más que nunca en estos momentos, una búsqueda constante de soluciones pacíficas.

En definitiva, se trata de aprovechar todo lo que hemos aprendido para intentar que digitalización, los Sistemas Autónomos de Decisión y cuanto nos brinda la tecnología sean unos aliados para desarrollar actividades en beneficio de la colectividad. Será entonces cuando estaremos contribuyendo a crear una sociedad mejor y al servicio del hombre.

Señoras y señores, muchas gracias por su atención

## 6. Referencias bibliográficas

- Benítez, R., Liern, V. (2021): Unweighted TOPSIS: a new multi-criteria tool for sustainability analysis, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 28 (1), 36-48.
- DESI (2022): Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>.
- García Vega, M. A. (2022): Transformación digital con una visión humanista, El País (03/05/2022). <https://elpais.com/tecnologia/digitalizacion/2022-0503/transformacion-digital-con-una-vision-humanista.html>.
- Jiménez, T. (2022): El anciano que ha puesto en un brete a la banca en España: «Esto no ha hecho más que empezar», ABC (C. Valenciana, 29/01/2022), <https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-revolucion-mayore>

s-no-hecho-mas-empezar-no-idiota-banco-espana-202201291611\_noticia.html.

Kaufmann, A., Gil Aluja, J., Gil Lafuente, A. M. (1994): La creatividad en la gestión de las empresas. Ediciones Pirámide, ISBN: 978-84-368-0800-1.

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](https://racef.es/archivos/actividad_cientifica/escuela_de_economia_humanistica_de_barcelona.pdf)

Verdegay, J. L. (2019): ¿En qué piensan los algoritmos?. Ed. Secretaría General de la Universidad de Granada. D.L. GR 1181-2019.

## LA ENCRUCIJADA LABORAL



Dr. Jaime Gil Aluja

*Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*

Los contactos establecidos, sobre todo desde finales de los años 60 del pasado siglo XX, con los componentes del grupo de intelectuales europeos que formaba Quadrivium, en cuyas reuniones tuve el honor y el placer de participar, mi maestro Arnold Kaufmann me decía a mí, **humano del sur**, que, a la vista de los avances tecnológicos, los grandes cerebros de los países nórdicos no se verían obligados a pasar toda su vida trabajando en los fríos, gélidos remarcaba, y oscuros parajes de su entorno: con un simple ordenador y una conexión universal, lo podrían hacer desde las soleadas playas de su Mediterráneo en bañador.

La imagen era atractiva, pero siempre que hablaba de lo que nosotros llamábamos “sus sueños”, se percibían algunos rostros con muecas de incredulidad.

Hoy, Kaufmann solo puede contemplar lo que está sucediendo desde el azul infinito. Pero me lo imagino allí con una bondadosa sonrisa en sus labios, pensando que aún se había quedado corto viendo el interminable trasiego de los llamados **nómadas digitales**. Es decir, de unas cabezas pensantes e imaginativas, que recorren el mundo, con un portátil y las informaciones de lugares apetecibles con conexión a internet, en donde recalcan siempre provisionalmente.

En efecto son todavía una excepción, pero la rápida evolución de la sociedad por una parte y la profunda revolución digital, por otra, presagia, con

pocas dudas, un progresivo aumento de nómadas digitales en un futuro próximo.

Pero este escenario, no es nítido todavía, sino borroso. Porque el nómada digital solo se halla en **un extremo** de una **playa de entropía**, en la que, en el **otro extremo** se encuentra el ultra defensor del **trabajo presencial**.

La distancia que existe entre estos dos extremos, así como la amplitud de la playa, facilita que se vayan paseando en ella una gran cantidad de opciones intermedias de digitalización. Entre ellas debe encontrarse la opción óptima.

Una vez más, no se trata de **sí o no** a la digitalización, sino más bien en que “grado” o “nivel” resulta óptima una **cierta digitalización**, o mejor dicho, cuales son las tareas que deben ser digitalizadas en cada uno de los puestos de trabajo de una **empresa o institución** concreta, con su personal en nómina y sus tareas a realizar.

Este es, precisamente, el objetivo que busca el **algoritmo humanista** que presentamos, por vez primera, en este encuentro de Salamanca: existen unas posibilidades de digitalización en una empresa o institución, en qué grado o nivel es digitalizable y cuales son las **tareas** de cada puesto de trabajo (entendidas estas como elementos laborales mínimos) que es necesario digitalizar para obtener una **optimización** del trabajo.

Tenemos en nuestro haber, una cierta experiencia en la elaboración de algoritmos de naturaleza humanista. La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras dispone, en este momento, de 12 algoritmos la mayor parte editados por la propia RACEF:

2017: Algoritmo sobre segmentación territorial (Acto de Extremadura). En el mismo trabajo hay una variante sobre el caso de segmentación de territorios.

2018: Algoritmo sobre la cohesión entre países (Acto de Portugal). Es una variante del presentado en Extremadura.

2019: Algoritmo sobre la creación de productos financieros (Acto de Mallorca)

2019: Algoritmo sobre la solución a la crisis de refugiados. Existe una variante para los MENAS (menores no acompañados).

2020: Algoritmo sobre limitaciones a la prosperidad compartida. (Un algoritmo de incidencias autoinducidas) (Acto de Santander).

2021: Algoritmo para la armonía entre generaciones. Generalizable a la armonía en todos los aspectos de la vida en sociedad. Publicado en la obra “La vejez: conocimiento, vivencia y experiencia”.

2021: Algoritmo sobre la asignación de tareas telemáticas.

2021: Algoritmo humanista para la distribución de vacunas contra la Covid-19 y su impacto en la economía. European Research Elserier. Ed. Oxford 2021. Autores: Gil Aluja, J., Gil Lafuente, J. y Novak, M. (Congreso AEDEM. No publicado por RACEF)

2022: Algoritmo sobre la capacidad de atracción de inversiones (XVI Acto Internacional de Barcelona). Publicado en el libro “La nueva economía después del Sars-Cov-2. Realidades y revolución tecnológica”.

2022: Algoritmo para la optimización de flujos en la Economía Circular (XXI SIGEF Congress). Algoritmo del Dr. Gil Aluja no publicado por la RACEF.

2023: Algoritmo para la optimización de flujos para la descarbonización (XVII Acto Internacional de Barcelona). Publicado en la obra “¿Por qué no

un mundo sostenible? La ciencia económica va a su encuentro”. Editada por la RACEF.

2023: Algoritmo para la optimización del grado de digitalización de un centro de trabajo. Autor: Gil Aluja, J. (Acto Nacional de Salamanca). Pendiente de publicación.

2023: “A Tentative Algorithm for Neurological Disorders”. Autores: Gil Aluja, J. y Askenasy, Jean Jacques. Ed. Springer Nature 2023. (No publicado, por tanto, por la RACEF).

El mapa que representa los caminos que todo ser humano puede emprender está repleto de encrucijadas, en cada una de las cuales es necesario adoptar una decisión, que no siempre es binaria, porque la mayor parte de las encrucijadas están formadas por más de dos posibilidades de salida, a escoger.

Con todas nuestras excusas por la muy elemental de esta imagen, creemos que, en cambio, puede servir para representar la decisión que hace tantos años tomamos, al adoptar como inspiradoras de nuestros trabajos las **lógicas multivalentes**, de las cuales la sempiterna **lógica booleana** es solo un caso particular.

Viene a cuento esta reflexión, por cuanto la **transformación digital** nos ha colocado delante de nuestros destinos, entre otras igualmente importantes, una **encrucijada laboral**, con salida posible por varios caminos, entre los cuales se encuentran las soluciones radicales: trabajo totalmente presencial y trabajo completamente digital.

Desde hace ya bastantes décadas, hemos manifestado que esta simplificación conduce inexorablemente a importantes errores. De ahí que acuñáramos, de manera precisa, los conceptos de “grado” o “nivel”, que en este contexto, expresan que, cada puesto de trabajo  $E_1 = \{P_j / j=1,2,\dots,m\}$ , contiene un conjunto de tareas  $E_2 = \{C_i / i=1,2,\dots,n\}$ , cada una de las cuales se define por su **grado o nivel de eficiencia digital**, habitualmente distinta en cada una de ellas.

Habida cuenta de nuestra opción de tratar las informaciones suministradas por la **Comisión de expertos** mediante lógicas multivalentes, procedemos a definir cada puesto de trabajo por  $\tilde{P}_j / j=1,2,\dots,m$ , subconjunto borroso del referencial del grado o nivel de **eficiencia digital** de cada una de las tareas  $\tilde{C}_i, i = 1,2,\dots,n$ .

Asumiendo el riesgo de repetirnos, no nos importa destacar que, en definitiva, se trata de **definir**, uno a uno, los puestos de trabajo de una empresa o institución en relación con su “grado” o “nivel” de digitalización.

Nos hemos acostumbrado a expresar los **m** subconjuntos borrosos que describen cada uno de los puestos de trabajo de la siguiente manera:

$$\tilde{P}_j = \begin{array}{ccccccc} & C_1 & C_2 & C_3 & & & C_n \\ & \boxed{\mu_1^j} & \boxed{\mu_2^j} & \boxed{\mu_3^j} & \cdots & & \boxed{\mu_n^j} \end{array},$$

El algoritmo que hemos propuesto pretende dar una buena solución al problema de optimizar la plantilla de una empresa o institución en el proceso de su transformación digital.

Las **informaciones** necesarias a extraer de la propia empresa o institución son suministradas por un gabinete de expertos<sup>1</sup> obtenidos de la propia empresa o institución y de su entorno próximo o remoto.

A partir de ellas se puede iniciar un procedimiento de cálculo que se compone de diez etapas o fases siguientes, destinadas a obtener agrupaciones homogéneas de puestos de trabajo en relación con su grado o nivel de digitalización. Son las siguientes:

---

<sup>1</sup> Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.: “Técnicas especiales para la gestión de expertos”. Ed. Milladoiro, Vigo 1993. (ISBN: 84-404-3657-2)

1.- **Distancia entre los puestos de trabajo tomados de dos en dos** mediante un **operador de distancia**. Si se acepta la distancia relativa de Hamming  $\delta_{j,k}$ ,  $j,k = 1,2,\dots,n$ , la operación a realizar para cada par será:

$$\delta \left( \begin{matrix} P & P \\ j & k \end{matrix} \right) = \frac{1}{n} (\sum_{r=1}^n |\mu_r^j - \mu_r^k|), \quad j, k = 1, 2, \dots, m$$

2.- **Semejanzas entre los puestos de trabajo** tomados de dos en dos  $\sigma_{j,k}$ ,  $j,k = 1,2,\dots,n$ , mediante la complementación a la unidad de las distancias relativas,  $\delta_{j,k}$ , es decir:

$$\sigma_{j,k} = 1 - \delta_{j,k}, \quad j, k = 1, 2, 3, \dots, m$$

Estas semejanzas se reúnen en la matriz borrosa, cuadrada, simétrica y reflexiva  $\left[ \begin{matrix} S \\ \sim \end{matrix} \right]$

$\curvearrowright$	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_m$
$[S] =$	$\sigma_{1,1}$	$\sigma_{1,2}$	$\sigma_{1,3}$	$\sigma_{1,m}$
	$P_2$	$\sigma_{2,2}$	$\sigma_{2,3}$	$\sigma_{2,m}$
	$P_m$	$\sigma_{m,2}$	$\sigma_{m,3}$	$\sigma_{m,m}$

$$\sigma_{j,k} \in [0,1]$$

$$\sigma_{j,k} = 0, j = k$$

3.- **Nivel mínimo de homogeneidad de los grupos**. Se incorpora al algoritmo un **umbral**, es decir aquel grado o nivel de homogeneidad a partir del cual se consideran indiferentes los puestos de trabajo en **cuanto al grado o nivel de digitalización establecido**. Para ello se hace, para toda

$$\sigma_{j,k} \geq u, \beta_{j,k} = 1$$

$$\sigma_{j,k} < u, \beta_{j,k} = 0$$

De esta manera la matriz borrosa de semejanza  $\left[ \tilde{S} \right]$  se convierte en una booleana. La flexibilidad del algoritmo permite cambiar el nivel del umbral cuando se establece una mayor o menor exigencia en el grado o nivel de digitalización. Cambia, entonces, la matriz booleana.

4.- **Obtención de submatrices o grafos transitivos**<sup>2</sup>. Se considera la parte de la matriz  $\left[ B_u \right]$  situada encima de la diagonal principal incluida esta, teniendo en cuenta sólo los ceros (vacíos).

Se multiplican booleanamente los elementos (Puestos de trabajo)  $P_{ij}$   $i = 1, 2, \dots, m$  de aquellas columnas en las cuales existen ceros (vacíos) y se realiza la suma booleana de cada elemento (puestos de trabajo) de la correspondiente fila con el producto de elementos (puestos de trabajo) anterior, hallado para su propia fila.

5.- **Se realiza el producto booleano en términos mínimos** de las sumas booleanas anteriores, teniendo en cuenta que:

a.- son excluidas del proceso las filas sin ceros (sin vacíos). En realidad, ya no existen en la fase anterior.

b.- cuando del producto de las sumas resulta la repetición de un sumando solo se tiene en cuenta uno de ellos. Así:  $P_j \dot{+} P_j = P_j$

c.- si en uno de los sumandos resultantes existen los mismos sumandos que en otro, o los mismos más alguno o algunos más se elimina el que tiene mayor número de elementos. Así:  $P_j \dot{+} P_j \circ P_k \circ P_l = P_j$

Se halla, así, el producto booleano en términos mínimos, PBTM, como suma booleana de productos booleanos.

---

<sup>2</sup> Para la obtención de matrices transitivas utilizamos el trabajo de doctorado de Enri Pichat: "Contribution a l'algorithme non numerique dans les ensembles ordonnés" Tesis doctoral de Ciencias. Universidad de Grenoble, 1970.

**6.- Obtención de las agrupaciones homogéneas de puestos de trabajo como subrelaciones máximas de similitud.** Para pasar de los términos mínimos a los máximos basta con calcular el complemento del referencial de (conjunto referencial de puestos de trabajo) para cada término del PBTM. Cada uno de estos términos complementarios es una agrupación homogénea al nivel  $u$ .

Se dispone, así, de un nuevo conjunto  $E_3, E_3 = \{G_h/h = 1,2,\dots,q\}$ , cuyos elementos son **grupos homogéneos de puestos de trabajo** en relación con los niveles de digitalización establecidos, que hemos hallado como subrelaciones máximas de similitud. Lo presentamos así:

$$\tilde{G}_h = \begin{array}{c} C_1 \quad C_2 \quad C_3 \quad \dots \quad C_n \\ \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \gamma_1^h & \gamma_2^h & \gamma_3^h & \dots & \gamma_n^h \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$h = 1,2,\dots, q$$

Es posible que alguno de los grupos de puestos de trabajo esté formado por uno solo de ellos. En el caso particular de que todas las agrupaciones contengan un solo puesto de trabajo el conjunto referencial  $E_3$  es igual al  $E_1$ .

En este estadio del procedimiento de cálculo es necesario plantear la situación de la empresa o institución para la cual se utiliza el algoritmo, en el sentido de si se trata de un **ente ya existente**, es decir con plena actividad y con su plantilla laboral contratada, o se trata de un estudio para la creación de una nueva empresa o institución sin personal laboral contratado.

En este segundo caso, el algoritmo se simplifica al no ser necesario asignar los humanos con sus aptitudes y actitudes a los distintos grupos homogéneos de puestos de trabajo que acabamos de establecer en función de sus necesidades de digitalización. Basta con contratar al nuevo personal laboral

que más se acerque a las características digitables de cada grupo de puestos de trabajo.

Vamos a continuar, pues, el algoritmo en el supuesto que la empresa o institución dispone de su personal con contrato indefinido. En este supuesto general:

**7.- Se incorpora al algoritmo un nuevo conjunto  $E_4 = \{T_k/k=1,2,\dots,s\}$  con el personal laboral existente** o de **agrupaciones de este personal**, que se describen, cada uno de ellos, por otros subconjuntos borrosos del referencial de las tareas según su grado o nivel de digitalización  $C_i, i = 1,2,\dots, n$ , ahora al nivel poseído por este personal.

Los presentamos mediante el subconjunto borroso siguiente:

$$\underset{\sim}{T}_k = \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & C_3 & C_n \\ \begin{array}{|c|} \hline \tau_1^k \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline \tau_2^k \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline \tau_3^k \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline \tau_n^k \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$\tau_i^k \in [0,1]$$

$$i = 1,2,\dots,n$$

$$k = 1,2,\dots,s$$

Poseemos, entonces, tres conjuntos referenciales  $E_4, E_3$  y  $E_2$ , cuyos elementos son los subconjuntos borrosos que describen, los dos primeros al personal laboral o agrupaciones homogéneas de este personal laboral existente en la empresa o institución y el tercero a las tareas según su “grado” o “nivel” de digitalización para describir, así, el personal laboral, por una parte, que va a realizar las tareas según su “grado” o “nivel” de digitalización, por otra parte.

**8.- Determinar el nivel de alejamiento** entre cada agrupación homogénea de puestos de trabajo  $G_h/h=1,2,\dots, q$ , y el del personal o grupo de perso-

nal laboral  $T_k/k = 1, 2, \dots, s$ . Se puede utilizar, una vez más, como operador de separación, la distancia relativa de Hamming, que será ahora:

$$\delta \left( \begin{matrix} G & T \\ \sim & \sim \\ h & k \end{matrix} \right) = \frac{1}{n} (\sum_{r=1}^n |\gamma_r^h - \tau_r^k|),$$

$$h = 1, 2, \dots, q$$

$$k = 1, 2, \dots, s$$

Las valuaciones para las distancias halladas  $\delta \left( \begin{matrix} G & T \\ \sim & \sim \\ h & k \end{matrix} \right)$ ,  $h = 1, 2, \dots, q$ ;  $k = 1, 2, \dots, s$ , se configuran mediante una “matriz borrosa de distancias”  $\left[ \begin{matrix} F \\ \sim \end{matrix} \right]$ . La obtención de la “matriz borrosa de acercamiento o proximidad” puede tener lugar mediante la complementaria de  $\left[ \begin{matrix} A \\ \sim \end{matrix} \right]$ , es decir,  $\left[ \begin{matrix} \bar{A} \\ \sim \end{matrix} \right]$  en donde los elementos de la matriz son:

$$\varphi_{hk} = 1 - \delta_{hk},$$

$$h = 1, 2, \dots, q$$

$$k = 1, 2, \dots, s$$

Estas semejanzas se reúnen en una matriz borrosa  $\left[ \begin{matrix} F \\ \sim \end{matrix} \right]$ .

**9.- En la matriz borrosa  $\left[ \begin{matrix} F \\ \sim \end{matrix} \right]$  se busca el elemento cuya valuación es mayor.** Este elemento determina, por la fila y la columna a las que pertenece, el grupo de puestos de trabajo del conjunto  $E_3$  a los que puede ser asignado o reasignado el personal laboral de la empresa o institución o grupos de personal laboral,  $E_4$ .

**10.- Se elimina de la matriz borrosa de acercamiento o proximidad  $\left[ \begin{matrix} F \\ \sim \end{matrix} \right]$  la fila y la columna a las que pertenece el mayor valor.** Con ello quedará una matriz de orden inferior. **En ella se reinicia el proceso a partir de la fase 9 anterior buscando la valuación más grande entre los elementos de la nueva matriz reducida.** Y así, hasta el agotamiento de la matriz borrosa.

Con ello, la totalidad del personal laboral de la empresa o institución estudiada, quedan asignados a los puestos de trabajo existentes en la misma, de manera óptima en relación con el “grado” o “nivel” de digitalización poseído, por una parte, y del deseado por la otra.

Como nuestros habituales lectores habrán observado, algunas fases o etapas del algoritmo que acabamos de exponer, recogen las de otros realizados por nosotros mismos o por otros autores especializados en Inteligencia Artificial. Entre ellos se encuentra el “Algoritmo para la solución de la crisis de refugiados”<sup>3</sup>. Por las teorías en las que se ha basado el uno y el otro de estos dos algoritmos y por los objetivos buscados, se puede considerar que ambos forman parte de un mismo conjunto de procedimientos de cálculo. Esto sí con las necesarias diferencias, dentro del ámbito de la **Economía Humanista**.

---

<sup>3</sup> Gil Aluja, J.: “Un ensayo para la solución al problema migratorio a través de la Inteligencia Artificial”. En la obra colectiva “Migraciones”. Ed. RACEF, Barcelona 2020, pág. 67-97. (ISBN: 978-84-09-18254-1).

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Gil Aluja, J.: “Elements for a Theory of Decision in Uncertainty”. Kluwer Academic Publishers. Dordrech, Boston, Londres, 1999. (ISBN: 0-7923-5987-9)
- Gil Aluja, J.: “Un ensayo para la solución del problema migratorio a través de la Inteligencia Artificial”. En la obra colectiva: “Migraciones”. Ed. RACEF, Barcelona, 2020. (ISBN 978-84-0918254-1)
- Kaufmann, A.: “Les logiques humaines et artificielles” Ed. Hermes, París, 1988. (ISBN: 2-86601-137-6).
- Kaufmann A. y Gil Aluja J.: “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre”. Ed. Hispano Europea. Barcelona, 1987. (ISBN:84-255-0775-8)
- 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. (ISBN: 84.398-7630-0)
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.: “Técnicas especiales para la gestión de expertos”. Ed. Milladoiro, Vigo 1993. (ISBN: 84-404-3657-2)
- Kaufmann A. y Gil Aluja, J.: “Grafos neuronales para la economía y gestión de empresas”. Ed. Pirámide. Madrid 1995. (ISBN: 84-318-0917-3)
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J. y Gil Lafuente A.M.: ”La creatividad en la gestión de las empresas”. Ed. Pirámide. Madrid, 1994. (ISBN : 84-368-0800-2)
- Pichat, E.: “ Contribution a l’algorithmique non numerique dans les ensembles ordonnés” Tesis doctoral de Ciencias. Universidad de Grenoble, 1970.
- Prigogine, Ilya: “La fin des certitudes”. Versión española con el título : « El fin de las certidumbres ». Ed. Taurus, Buenos Aires, 1997. (ISBN: 84-306-0025-6)
- Zadeh , Lotfi A.: “Fuzzy Sets”. Information and Control 8 (3) 1965.

## II SESIÓN ACADÉMICA



## ¿CÓMO SE CALCULA EL VALOR DE LOS DATOS?: CUÁNTO CUESTA, CUÁNTO VALE Y A QUÉ PRECIO ESTÁ EL ORO DEL SIGLO XXI



Dra. Montserrat Guillén

*Académica de Número de la Real Academia  
de Ciencias Económicas y Financierass*

En mayo de 2017 un artículo de la revista “The Economist” publicaba junto a una foto de una refinería y un titular que decía: “lo que tiene más valor en el mundo ya no es tener petróleo, sino tener datos”. En diciembre de 2020 se dio por hecho cuando medios como el “Financial Times” anunciaban operaciones de compraventa de empresas dedicadas a la analítica de datos que batían récords billonarios. Desde entonces, se ha ido matizando que los datos por sí solos únicamente son una materia en bruto, no refinada, y que sólo tienen valor cuando se transforman para tomar mejores decisiones. En poco tiempo, y visto que las criptomonedas han tenido sus altibajos, ha ido cuajando la idea que hoy los datos se han convertido en una fuente de riqueza que no es ya el petróleo, sino el nuevo oro.

Esta ponencia tiene por objetivos tratar del valor de los datos desde un punto de vista económico, siendo mi intención adentrarme también en la valoración de los riesgos que supone perder unos datos, los *data breaches* en inglés. En una primera parte trataremos del clásico debate de los economistas sobre las diferencias entre coste, valor y precio, pero ya adelanto que en el caso de los datos todavía estamos en la discusión sobre el valor. En una segunda parte, nos fijaremos en las enormes diferencias entre países y sectores, lo que impide una evolución homogénea en la investigación sobre cómo cuantificar el valor que tiene la información. Para acabar, en la parte final, conectaremos las conclusiones con la gestión de los riesgos para cubrir las pérdidas

que involucran siniestros con pérdida o robo de información. Obviamente, concluiremos que si no nos ponemos de acuerdo en los que vale una pérdida, difícilmente podemos tener una industria aseguradora que pueda poner precio a los productos llamados de cobertura ciber.

¿Cuál es el valor de los datos? ¿Cuánto vale un sistema digital?

Actualmente no existe un sistema de mercado universal que pueda decirnos la cotización de un dato, eso no ocurre con el oro, cuyo precio podemos encontrar bien establecido. Son muchísimas las razones económicas de ello. Primero porque el oro es un recurso limitado, mientras que los datos se están creando continuamente. Pero, segundo, los datos tienen como característica su singularidad. Un gramo de oro puede ser substituido por otro. Una foto puede copiarse, pero jamás podremos volver al momento en el que se hizo, y por ello, existe un intangible que es el valor sentimental de una fotografía, que por ejemplo hace incalculable para una madre perder la única copia de la foto de su hijo sonriendo a la cámara. De hecho, a diferencia de los bienes perecederos, que se desgastan, cuantos más años pasan, la foto sigue igual, pero más valor tiene esa foto para esa madre.

Los datos pueden estar más o menos refinados. Que una empresa tenga millones de registros no quiere decir que su base de datos valga más que la de otro. A lo mejor ha duplicado muchísima información, que no necesitaba o, simplemente no ha guardado bien (con la suficiente calidad) lo que realmente quería retener o va a necesitar en el futuro. Por esa razón, cuando se evalúa una pérdida según número de registros o según personas afectadas, que es hoy por hoy el método utilizado habitualmente, se sabe que no se está haciendo bien.

Los datos, sean del tipo que sean, con tantas variedades como podamos imaginar: fotografías, grabaciones, números o textos, tienen un valor cambiante en el tiempo, subjetivo, son difícilmente transaccionables (lo que quiere decir que no hay un mercado general y abierto para ellos) y pueden copiarse a otro soporte digital (con lo que se evita su pérdida) pero pueden no quererse compartir (como una historia clínica) por preservar la privacidad.

Si los datos pudieran comprarse y venderse, habría un precio de mercado. Como una vivienda. Hay un precio por metro cuadrado y uno puede incluso analizar su evolución o comparar zonas. Pero si nadie vendiera ni comprara inmuebles, si todo el mundo construyera su propia casa, saber el precio sería mucho más difícil. No tener un mercado es una barrera increíble para los economistas. Nos deja paralizados. En economía sí hay formas de aproximar el valor a través del coste cuando no hay compra-venta. Sin un mercado inmobiliario, si todos construyéramos nuestro hogar, pondríamos sobre la mesa cuánto costaron las materias primas, el cemento, las puertas... cuánto tiempo se tardó en edificar, y el precio hora de cada persona, su coste de oportunidad, que podría ser distinto dependiendo de si es alguien que está ocioso o de alguien que deja de trabajar para ir a construir su vivienda. En algunos casos, lo mismo podría hacerse para calcular el coste de generación de datos.

Alguien podría decir que sí se pueden comprar datos. Es verdad. Estar suscrito a un periódico es comprar información y el precio está bien claro. Hay también bases de datos mercantiles sobre empresas, directorios telefónicos de clientes, bancos de imágenes, con su etiqueta de precio, pero es un volumen tan pequeño comparado con la masa digital que hoy se maneja que no se puede llegar a solucionar el verdadero problema de la tasación. Sin mercado, sin precio y sin formas de cuantificar la expectativa de utilidad futura de la información no se puede valorar una pérdida y si no se puede poner valor a la pérdida no se puede saber la magnitud de un riesgo, no se puede elaborar un mapa de riesgos, ni mitigar o transferir la pérdida a través de un seguro. No hay cuantificación y por lo tanto no hay traducción económica a una unidad monetaria.

En 2022, un artículo elaborado por la OCDE, resumió al menos 10 formas diferente de llegar a un consenso sobre la valoración de los datos: por volumen (dos registros, el doble que un registros igual que dos kilos de manzanas cuestan el doble que un kilo de manzanas), por potencialidad (qué beneficio podemos obtener de unos datos: captar clientes, retenerlos, ofrecerles precios más personalizados, y todo con un límite porque como en lo buffet libres llega

un momento en el que uno ya no puede comer más), por esfuerzo (se necesita un año para conseguir una cosecha, así que si perdemos los datos de un año, deberemos volver a empezar de nuevo)... y así sucesivamente, pero, en definitiva, no acabamos de dar con una medida universal consensuada

En resumen, sin entrar en los detalles, y dicho en general los datos no está claro lo que valen, no está claro lo que cuestan ni podemos ponernos de acuerdo sobre qué precio podrían tener. La verdad es que un panorama desolador para los economistas, pero una oportunidad sin precedentes para desarrollar la economía del dato, no ya como las actividades empresariales y de emprendimiento que generan las empresas del sector digital, sino en cuanto a que se trata de un bien suficientemente singular para redefinir una ciencia económica que aporte conocimiento para trazar las bases de las políticas que deben regir un nuevo marco: desde la regulación de la privacidad, la de los algoritmos, la veracidad, los límites de la inteligencia artificial y las ventajas de tener más información que nunca en la humanidad. El progreso va por delante.

Esta segunda parte será muy breve. La investigación más puntera ya está trabajando en sistemas expertos de valoración y testeando sus resultados con grandes discrepancias entre sectores y países. ¿Cómo nos ve Estados Unidos? Pues como unos temerosos de la privacidad, que vamos a perder el tren del progreso mientras ellos avanzan sin escrúpulos hacia un acopio de información sobre nosotros que tarde o temprano están convencidos que van a rentabilizar. ¿Cómo los vemos a ellos? Así de entrada con recelo. Y en este paralelismo, desgraciadamente en Europa viajamos con poco rumbo y menor estrategia hacia la conquista de algo en lo que todos hemos creído: el oro por el que soñaban los colonos americanos atravesando las llanuras hacia el oeste.

Actualmente, los investigadores se están centrando en la información relacionada con el sector de la salud. No se sabe si es por la presión, por la propia delincuencia que cree que es el sector más temeroso de que haya un derrame de información sobre personas o porque es lo más invasivo para to-

dos nosotros. Con esta dinámica de focalizarse en un sector se están dejando de lado otros muchos ámbitos esenciales de seguridad y defensa y además sectores como el de las pymes, y la enorme disrupción que puede suponer para ellas un ataque informático. De hecho, la seguridad digital es un argumento muy utilizado por los grandes actores de la escena económica para absorber pequeñas y medianas empresas. Les convencen de que no tiene la capacidad suficiente para protegerse de ataques y que lo mejor es que se integren en plataformas mayores, lo que es un primer paso para su asociación con competidores y, en el horizonte, puede ser el principio de su absorción y su propia extinción. Una conclusión de esta segunda parte es pues marcar una estrategia, proteger a los frágiles, y en este sentido, cuidar al tejido empresarial de nuestro país de todos los sectores a través de acciones dirigidas a garantizar su supervivencia y a dotar de los elementos que mitiguen sus riesgos digitales.

Y así es como llegamos a la tercera y última parte de esta intervención, necesariamente muy concisa, dedicada a la dificultad de los seguros ciber. Para poder asegurar y a la vez prevenir hay que elaborar siempre como primer paso un mapa de los riesgos. Los siniestros más frecuentes, pero de poca severidad: se tratan de una forma. Son la zona fácil. Como son muy frecuentes, se reiteran, y se pueden trazar estrategias para reducir su incidencia. Pero cuando topamos con mayor dificultad es cuando visualizamos siniestros de muy poca frecuencia, pero de consecuencias devastadoras. Es el tabú al que no podemos hacer frente si no es de forma solidaria a través de una cobertura seguro en el que las primas de todos puedan compensar al que ha sufrido el daño. Pero incluso las aseguradoras, reaseguran porque no conocen el alcance de una demanda por pérdida reputacional o bien de una reclamación por daños y perjuicios derivados de la transferencia de datos personales a terceros, por ejemplo. Pues en esta tesitura, lo mejor es empezar por el principio. Monitorizar los riesgos, aunque no podamos poner un valor muy fiable a su magnitud, se hace cualitativamente con un semáforo verde, ámbar o rojo. Más tarde se establecen puntuaciones que no son universales, pero sí son muy útiles para encauzar adecuadamente la generación de valor y su preservación.

¿Será la inteligencia artificial la clave para mejorar? Aunque es pronto para poderlo afirmar con rotundidad, posiblemente ayudará el aprendizaje de máquina con más visión cualitativa que la usual y mayor preocupación por los patrones anómalos. Si hoy les comentara que vi un coche a 50 Km/h me mirarían con indiferencia y pensarían que no hay razón para extrañarse, pero los analistas de riesgos siempre hacemos algo diferente, miramos en más direcciones. Si yo les dijera que ese coche circulaba por una zona peatonal en pleno domingo por la mañana de un festivo comercial, entonces ya entenderíamos que estamos ante peligro. El análisis de riesgos puede y sabe detectar esas anomalías con suma facilidad, porque no solo considera el valor numérico en sí mismo, eso 50 km/h, sino las circunstancias que lo rodean.

Hoy, la ciencia de datos, los métodos más tradicionales, los más avanzados, la inteligencia artificial y por supuesto la economía, y concretamente una economía como vocación humanista, pueden poner una cifra al valor que proteger y pueden ayudar a desarrollar lo será más rentable en el futuro. Y déjenme que concluya como empecé que nos devuelva a la realidad actual. Con un titular del “Washington Post”, esta vez del 14 de octubre de 2019 que decía “Lo que haces en internet tiene un valor que es muy alto, pero exactamente nadie sabe cuánto es”.

## **Referencias:**

- Edwards, B., S. Hofmeyr, y S. Forrest (2016). Hype and heavy tails: A closer look at data breaches. *Journal of Cybersecurity* 2 (1), 3-14.
- Eling, M., K. Jung, y J. Shim (2022). Unraveling heterogeneity in cyber risks using quantile regressions. *Insurance: Mathematics and Economics* 104, 222\_242.
- Eling, M. y N. Loperfido (2017). Data breaches: Goodness of fit, pricing, and risk measurement. *Insurance: mathematics and economics* 75, 126-136
- Guillen, M. (2016). Big data en seguros. Índice. *Revista de Estadística y Sociedad*, 2016, vol. 67, num. Abril, p. 28-30.

- Mitchell, J., D. Ker, y M. Leshner (2021). Measuring the economic value of data. OECD. [https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP/GD\(2021\)2/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP/GD(2021)2/FINAL/en/pdf)
- Pesantez-Narvaez, J., M. Guillen, y M. Alcañiz (2019). Predicting motor insurance claims using telematics data—XGBoost versus logistic regression. *Risks*, 7(2), 70.
- Romanosky, S. (2016). Examining the costs and causes of cyber incidents. *Journal of Cybersecurity* 2 (2), 121-135.
- The Economist (2017). The world's most valuable resource. <https://www.economist.com/weeklyedition/2017-05-06>
- Xu, M. y Q. N. Nguyen (2022). Statistical modeling of data breach risks: Time to identification and and notification. arXiv preprint arXiv:2209.07306 .



# LA IMPORTANCIA DEL ECOSISTEMA Y EL EMPRENDIMIENTO TECNOLÓGICO SOSTENIBLE PARA LA ECONOMÍA DE SALAMANCA



Dr. Juan Manuel Corchado Rodríguez  
*Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial  
de la Universidad de Salamanca*

Javier Parra Domínguez  
*Profesor de la Universidad de Salamanca*

## **1. Una breve mirada al pasado**

Salamanca y su universidad juegan y han jugado un papel muy significativo en todo lo relativo a la economía [1], protagonizando momentos de gran relevancia científica y social, como la creación y desarrollo de la Escuela de Salamanca [2].

En términos generales fue una escuela de pensamiento jurídico surgida en el siglo XVI en la ciudad de Salamanca, siendo una de las principales contribuciones de España a la cultura y el derecho occidental [3]. Esta escuela de pensamiento destacó por su énfasis en el derecho natural, el cual se considera una forma de derecho universal, y es este derecho el que se basa en la premisa de que hay principios morales universales que nos dirigen en nuestras acciones y decisiones.

Algunos de los principales profesores de la Escuela de Salamanca fueron Francisco de Vitoria, Domingo de Soto, Melchor Cano y Luis de Molina [4]. Estos filósofos y pensadores hicieron contribuciones importantes a la teoría jurídica y moral de la época. La Escuela de Salamanca también contribuyó significativamente a la filosofía política [5]. Se trató de años en los que el pen-

samiento español estaba a la vanguardia en campos como las artes o también la literatura, además de las ciencias, cuestiones por las que estaba especialmente preocupada la Escuela de Salamanca.

Si bien la vinculación de Salamanca con la economía es importante debido al nacimiento de la Escuela de Salamanca de Economistas, la ciudad ya fue casa de la moneda hace casi quince siglos, [6] cuando el rey visigodo Recadero impulsó la primera casa de la moneda en la ciudad. La relación con la acuñación de moneda continuaría después de la invasión musulmana y ya con los reyes de León como aquellos que seleccionaron esta ciudad como la principal para trabajar la moneda real durante nueve siglos más [7].

Pero el nacimiento de la Escuela de Economistas de Salamanca alberga también los albores de la propia ciencia económica, de manera concreta del análisis económico [8, 9, 10] dentro de una corriente de pensamiento conocida como “escolástica tardía” o “segunda escolástica”, partiendo de una referencia moral o ética ante una serie de problemas teóricos y prácticos que tienen lugar entre los contemporáneos a los ya citados profesores. De manera concreta, gran importancia tiene la obra de Francisco de Vitoria, *De Indis et de Iure Belli Relectiones* [11], donde ya abordó asuntos como la naturaleza del comercio, la justicia social y los principios de la propiedad privada. Se puede considerar que estas ideas fueron seguidas por otros pensadores, como el economista italiano Bernardo Davanzati [12] y el inglés John Locke [13], que contribuyeron a la formación de la economía clásica durante los siglos XVII y XVIII.

El punto de partida de algunas premisas económicas situado en la Escuela de Salamanca tiene apoyos robustos que, en forma de dictados literales de los manuscritos, y en virtud de lo estudiado por Gómez-Rivas y Matarán-López en su obra *Modelos de difusión de ideas en la Historia del Pensamiento Económico: la Escuela de Salamanca y la Escuela Austriaca de Economía*, [14] afianzan gran determinación en la importancia de Salamanca en el desarrollo de la economía. Algunas de ellas —sin necesidad de parafrasear a los autores

originales— citadas en el estudio de Gómez-Rivas y Matarán-López se incorporan a continuación:

*“The School original contribution to monetary theory consists, in my opinion, in its formulation of a psychological theory of value applied to both goods and money, of the quantity theory, and of a theory of foreign exchange that closely resembles the modern purchasing power parity theory”* (Grice-Hutchinson, 1952, páginas 47-48) [15].

Con esta cita, se resumen la visión amplia de la Escuela de Salamanca en cuanto a su vinculación con la economía, siendo esta la obra de recapitulación más robusta hasta la fecha.

*“En los sistemas de teología moral de estos escolásticos tardíos la economía conquistó definitivamente si no su existencia autónoma, si al menos una existencia bien determinada; estos son los autores de los que con menos incongruencia se puede decir que han sido los ‘fundadores’ de la economía científica”* (Schumpeter, [1954] 1971, página 136) [16].

Quizá la incorporación más amplia en cuanto a alcance de esta misma precisamente por ser Schumpeter, Premio Nobel de economía; además de tratar a los integrantes de la Escuela de Salamanca de Economistas como los fundadores. Aun así, esta visión breve al pasado que aún la importancia para autores de relevancia del papel de Salamanca para el significado actual de la economía, también cuenta con opiniones distintas que, conformando crítica histórica, insisten en que la prehistoria económica se inicia en el siglo XIII con los pioneros escolásticos del análisis del mercado y con los denominados mercantilistas vinculados a la Escuela de Economía de Salamanca.

En cualquier caso, la breve visión histórica que aquí se incorpora es fiel reflejo de la importancia histórica de Salamanca cuando de economía se habla. Este es precisamente un factor fundamental para encontrar y confiar en el

encaje entre la innovación de ayer y el emprendimiento tecnológico sostenible que se puede y se viene desarrollando en Salamanca.

## 2. Emprendimiento tecnológico sostenible

Si nos remitimos a la Real Academia Española (RAE), por “emprendimiento” entendemos la “acción y efecto de emprender” y la “cualidad del emprendedor”. Es cuando observamos el verbo emprender cuando nos aproximamos al “acometer algo” o a “tomar el camino con resolución de llegar al punto”.

Después de la breve introducción histórica realizada, es importante destacar de esta misma la importancia que en su día tuvo el incorporar soluciones para problemas que estaban comenzando a surgir en torno a avances disruptivos con base económica. Es en este punto donde se encuentra conexión con el emprendimiento, que es cuando la persona toma el camino con resolución de llegar a un objetivo determinado, esto es, el emprendedor [17].

Como filosofía del emprendedor cabe destacar que él mismo trata de solucionar problemas asumiendo riesgos cuando otros buscan seguridad [18]. De hecho, basta remitirse a frases como la de Winston Churchill, primer ministro de Inglaterra, para darse cuenta de lo necesario que es seguir adelante ante cualquier adversidad: “Si estás pasando por un mal momento, sigue adelante”.

*“El precio del éxito es trabajar duro y la determinación de que, sin importar si perdiste o ganaste, diste lo mejor de ti mismo en el proyecto”* - Vince Lombardi, entrenador de los Empacadores de Green Bay.

Las palabras de Vince Lombardi dejan claro que un emprendedor es un gran trabajador; no se trata de un sabio, como tampoco se trata de un jefe, se trata de un descubridor de necesidades donde otros solo ven problemas para así poder ofrecerles solución [19].

Todo emprendedor ha de disponer de una capacidad de imaginación y de creatividad suficiente para plantear el paso a ser innovador. El ser originales y diferentes, y el tener capacidad de respuesta, de cambio o de adaptación, hará que, como emprendedores, puedan sobrevivir en un entorno en constante cambio. Y es que un emprendedor ha de innovar o estar preparado para innovar, en todo [20].

De nuevo, si nos remitimos a la RAE., por innovación, además de “acción y efecto de innovar”, entendemos “creación o modificación de un producto, y su introducción en el mercado”. Sería de hecho la premisa de innovación constante la que mantendría al emprendedor en el mercado. Pero... ¿cuáles son las principales innovaciones que ha de considerar un emprendedor?; además de la consabida tecnología es necesario innovar en sistemas y tecnologías de la información, aspectos comerciales, gestión y organización.

Al hablar de innovación, hemos también de reflexionar sobre qué la hace más exitosa, y, sobre todo, el camino que hay que tomar para que esta llegue a ser exitosa.

Avanzar en el concepto de la innovación supone la necesidad de conocer el concepto de organización y la composición de esta. Pues bien, una organización es una entidad económica, financiera, social y jurídica compuesta por un conjunto de *inputs* que se han de transformar en *outputs* [21]. Como *inputs*, podemos destacar los que conforman los clientes, los productos, las inversiones a largo plazo y las de corto plazo, la tesorería y los deudores que han de combinar el personal, los equipos y la información para generar los *outputs* anteriormente mencionados. Es precisamente, en el momento de la combinación, también denominada transformación, cuando una organización se puede diferenciar de otra combinando de diferente forma los recursos, los *inputs* para así generar nuevos *outputs*, nuevos productos.

Pero el emprendedor, además de la visión estratégica que ha de involucrar procurando una optimización del proceso de transformación, ha de preocu-

parse porque, de manera más operativa, aplique todas las medidas de gestión necesarias. Es necesario, como veremos más adelante, que sea un buen planificador, que no deje de lado la organización y la dirección, y por supuesto que sea capaz de crear un sistema de información suficiente y automatizado con el que pueda participar de metodologías ágiles. A nivel agregado, el emprendedor trabajará dos tipos de decisiones de gestión:

Decisiones estructurales, como, por ejemplo:

- Razón social, marca y forma jurídica.
- Inversión y financiación.
- Crecimiento de la idea.
- Localización y distribución.

Decisiones funcionales, como, por ejemplo:

- Aprovisionamientos.
- Recursos humanos.
- Producción y comercialización.

Con los conceptos claros con respecto al emprendimiento y la innovación, es el momento de pasar a la idea, la verdadera motivación del emprender y el camino elegido para ganarse la vida.

Una de las premisas principales, antes del desarrollo de la idea en sí misma, es la necesidad de identificar el talento emprendedor, cuestión clave para conseguir el éxito de la idea. Tal y como introduce Juan Eugenio Monsalve en su obra *Jóvenes, talento y perfil emprendedor*<sup>1</sup>, el talento emprendedor se caracteriza por la capacidad de incorporar pasión y necesidad de aprendizaje en el círculo de emociones cercano del emprendedor. Concretamente, el denominado círculo virtuoso se caracteriza por:

---

<sup>1</sup> Serrano, J. E. M., García-Minguillán, M., & Jareño, J. A. C. (2013). *Jóvenes, talento y perfil emprendedor*. Instituto de la Juventud.

- Desarrollo de conocimiento, habilidades y competencias.
- Transformación de las creencias en visión.
- Disfrute por y para la creación.
- Motivación, acción y compromiso.

Una vez que el emprendedor es completamente conocedor de su talento, de su pasión y de su capacidad de aprendizaje, puede dar el paso a la ejecución de la idea [22]. Es en el momento de la ejecución y la forma de llevarla a cabo donde ha de aplicar todas las medidas de innovación que estime oportunas para diferenciarse, de manera óptima, de la posible competencia.

Es importante destacar a este punto que la consecución del efecto diferenciador se consigue mediante el pensamiento proactivo y creativo, propio de un ser con talento que es capaz de lo siguiente:

- Aportar valor.
- Creer en su marca personal.
- Estar dispuesto a trabajar en equipo si fuese necesario.
- Liderar.
- Generar confianza.

Con respecto a la primera, la **aportación de valor**; esta se produce no solo pensando en el precio como valor para tener en cuenta por el posible cliente, sino también por la consecución de ahorro en tiempos, facilitación de información o atención personalizada. Además, el pensamiento de aportación de valor se ha de aplicar en todas las fases que conforman el desarrollo e implementación de la idea, es decir, la aportación de valor se debe dar en el bien o servicio que se desarrolle, en la relación con nuestros clientes y en el proceso de producción.

Con respecto a la creación de la **marca personal**, el emprendedor ha de preguntarse, constantemente, ¿por qué el cliente final va a seleccionar su idea?

¿Por qué le van a elegir? Esta consecución de preguntas constante facilitará sin duda una renovación continuada de su posición frente a sus *stakeholders* (ya no solo clientes).

Según Andrés Pérez en *Marca personal*<sup>2</sup>, una marca personal es la percepción que tiene nuestro entorno de aquellos atributos que nos hacen sobresalir, diferenciarnos y ser tenidos en cuenta por aquellos que necesitan nuestros servicios. Con esta definición, que incide de nuevo en la diferenciación, se aprecian los factores que contribuyen a la construcción de nuestra marca personal y que, según IEBS<sup>3</sup>, ayudan al emprendedor a lo a continuación señalado:

- Ser más conocido en tu sector.
- Obtener reconocimiento profesional en el sector y en otros sectores.
- Conseguir más clientes o cambiar de vertical de negocio.
- Transmitir tus conocimientos a otras personas.
- Conseguir una visibilidad global, tu información se comparte en todo el ciberespacio.

De todo lo anterior se detrae que, como elementos clave de la marca personal, se destacan:

- Lo que decimos.
- Lo que hacemos.
- Nuestra actitud.

El **trabajo en equipo** puede, o no, ser necesario. Es en este punto donde el emprendedor deberá plantearse si optar por trabajar solo o en equipo [23]. ¿Qué principios se han de tener en cuenta para desarrollar la actividad solo o en equipo?

---

2 Ortega, A. P. (2014). *Marca personal*. Centro Libros PAPP.

3 IEBS – Escuela de Negocios de la Innovación y los Emprendedores.

De cara a trabajar solo, el emprendedor ha de contar con una idea muy ligada a su persona, a sus capacidades, a su talento y a sus habilidades. De hecho, si, además, el emprendedor persigue dar a conocer su marca personal, lo recomendable es seguir adelante solo.

Por el contrario, si se plantea el trabajo en equipo ha de necesitar de complementariedad, es decir, encontrar esas habilidades y conocimientos en un tercero y completar las capacidades que configurarán la oferta de servicios final.

Se ha escrito mucho sobre **liderazgo emprendedor**. Si se enfoca como liderazgo necesario para el desarrollo de la competencia emprendedora, una referencia para saber dónde descansa el concepto en sí mismo es la obra que precisamente lleva por título *Liderazgo como competencia emprendedora*<sup>4</sup> la que expone que el liderazgo es motivado por:

- El carisma necesario.
- La consideración individualizada.
- La estimulación intelectual.
- La recompensa contingente.
- La administración por excepción.

Es el trabajo sobre las bases motivadoras del liderazgo expuestas el que nos ofrecerá el liderazgo necesario para sacar adelante nuestra idea. No obstante, cabe destacar que los liderazgos a generar pueden ser los vinculados a las emociones [24], *liderazgo emocional*; los ligados al carisma, *liderazgo carismático*; los cercanos a la necesidad de avanzar, *liderazgo transaccional*, o el vinculado a la transformación, el *liderazgo transformador*.

Por último, como punto a destacar en lo que al necesario efecto diferenciador se refiere, se ha de tener en cuenta la capacidad de generación de

<sup>4</sup> Sopo, G. R., Salazar, M. B., Guzmán, E. A., & Vera, L. G. (2017). Liderazgo como competencia emprendedora. *Revista Espacios*, 38(24).

confianza. Sin duda, esta capacidad será más inmediata en emprendedores íntegros, que no desvían ni un milímetro sus palabras de sus hechos. Entendida como “la esperanza firme que se tiene en una persona o cosa”, la finalidad de la generación de la confianza pasa por:

- Dotarnos de credibilidad.
- Presentarnos.
- Ofrecernos continuidad.
- Crear vínculos emocionales con nuestros *stakeholders*.

Una vez observadas las características principales del emprendimiento y la innovación y, sobre todo, la necesaria unión de estos conceptos con el talento emprendedor y la idea de negocio, estamos en disposición de avanzar en los denominados elementos clave para el emprendimiento.

## **2.1. ¿Qué elementos son clave para el emprendimiento?**

Si bien el emprendimiento y la innovación son conceptos ciertamente estratégicos, es a este punto donde ya estamos en disposición de plantear puntos clave con carácter más operativo que ayudan en la tarea emprendedora.

Pero... ¿cuáles son las características principales del emprendedor español?

Según *Global Entrepreneurship Monitor*<sup>5</sup>, para 2018 – 2019, y de acuerdo con el indicador de Actividad Emprendedora Total (TEA.), se observaba, antes de la pandemia del covid-19, un ligero aumento de las actividades emprendedoras en fase inicial con respecto al año anterior, manteniéndose por segundo año consecutivo por encima del 6,0% con respecto a la participación nacional en negocios con una existencia de hasta 42 meses.

---

5 Informe GEM España 2018 – 2019

La participación masculina en la puesta en marcha o propiedad y gestión de negocios en fase inicial fue mayor que la femenina (53,1% frente a 46,9%). Dentro de la citada fase, la media de edad se sitúa en los 42,2 años. Más de la mitad del indicador TEA correspondió a personas con un nivel de educación superior, incluyendo grado o posgrado (53,2%), así como también más de la mitad correspondió a personas que tenían formación específica para emprender (52,6%). Además, la estimación del indicador T.E.A. por nivel de renta mostró que las personas pertenecientes al tercio superior de renta tienen mayor probabilidad de emprender con respecto a la población agrupada en los tercios medio e inferior de renta.

Más allá de los datos descriptivos, hay que destacar que, en el año 2021, la población emprendedora se caracterizó porque el 70,7% de esta emprendió motivada por una oportunidad de negocio frente al 22,6%, que lo hizo motivada por una necesidad derivada de la falta de alternativas laborales. Si bien este podría ser un dato positivo, nuestro tejido emprendedor se sitúa muy por debajo de la media de referencia en lo que respecta a personas emprendedoras potenciales, ya que el porcentaje de la población con interés potencial de emprender en los próximos años no varía con respecto a años anteriores, manteniéndose en el 6,8%.

Con el escenario nacional expuesto, las claves se centrarían en primer lugar en el error que supone no emprender si es que contamos con los ingredientes suficientes y la capacidad necesaria para hacerlo [25], llevado por la situación general de una economía.

Como claves a destacar se debiera actuar, por parte del emprendedor, en dos grandes agrupaciones: una, la vinculada a aspectos económicos, y otra, la vinculada a aspectos psico-sociales [26].

#### Aspectos económicos

- Se deben de dimensionar todos los costes que nos deparará nuestro proyecto empresarial.

- El emprendedor debe vigilar constantemente los cobros. La verdadera importancia está en el cobro, no en la venta.
- El emprendedor ha de disponer del suficiente criterio como para no dejarse llevar por las tendencias inoportunas. Un buen ejemplo sería caer en un exceso de innovación con poca aplicación al mercado o pensar que el mercado no es dinámico.
- La formación empresarial ha de ser un activo de la empresa y del proyecto empresarial.
- Desarrollar una inadecuada gestión de los recursos humanos, lo que nos puede llevar a que existan preocupantes faltas de comunicación en la empresa, faltas de consideración de los clientes o no proteger recursos esenciales de la organización.
- No cuidar la actividad de producción, generando posibles cuellos de botella u ofrecer baja calidad.
- Se debe observar en todas sus fases y ser críticos con el proceso de venta. El emprendedor no deber “vender humo”.
- Vigilancia activa de todos los procesos de compra. Tan importante es la venta como la compra.
- Nuestra actividad empresarial no se debe basar únicamente en la captación de subvenciones.

#### Aspectos psico-sociales

- El emprendedor ha de estar preparado, contar con la experiencia o pasión suficientes y ser constante.
- Se ha de disponer de un plan, optimizando siempre la ambición.
- Escapar de pensamientos como “el fracaso es ahora”, “el empresario nace” o pensar en pequeño.
- Existen varias formas de hacer las cosas, no una única.
- Se ha de evitar la improvisación y la impulsividad.
- Valorar la empatía en el trato con los clientes.

- Pensar a largo plazo.
- Ser lo suficientemente exigentes.

## **2.2. Innovación abierta**

A los anteriores conceptos y elementos clave, se incorpora, en la actualidad, el necesario concepto de la innovación abierta [27]. La vinculación entre la innovación en sí misma y las infraestructuras que la potencian se pone de manifiesto cada vez más y es que, en los últimos años, se está produciendo otra evolución en la concepción de las infraestructuras del conocimiento, constituyendo una “cuarta generación” de las mismas [28]. En su configuración inciden tanto los avances científicos como el mercado. El concepto de innovación de este tipo de infraestructura es un concepto amplio por el que la innovación se produce de forma abierta en procesos continuos de aprendizaje y contacto con el entorno y la comunidad [29], y por lo que los servicios de soporte a la innovación que generan este tipo de infraestructuras también son distintos a los precedentes; este concepto coincide con el de innovación abierta y tiene también mucho que ver con las experiencias de nodos de innovación.

Otra de las singularidades de la última generación de los ecosistemas innovadores estriba en el hecho de que, por primera vez, la localización de estos no es un hecho arbitrario, así como el ambiente de innovación que lo circunscribe. De esta forma, y también por vez primera, la infraestructura se localiza en el entorno urbano y, según los expertos, este tipo de infraestructuras van incluso a condicionar en un futuro la configuración de la ciudad del conocimiento [30].

Tradicionalmente, este tipo de infraestructuras se localizaban, sobre todo, en áreas suburbanas. Típicamente en entornos no urbanos, con una baja densidad y un gran impacto ambiental en términos de ocupación de suelo, mientras que los ecosistemas como el que se impulsa en la actualidad están en un entorno urbano, bien comunicado y con todas las características de los nuevos modelos de apoyo a la innovación y el emprendimiento. Aunque en la actua-

lidad todavía no existen muchos ejemplos como el que se pretende fomentar en entornos urbanos en sentido estricto, destacarían ya algunos ejemplos en el mundo de muy variadas características tales como Metrotech en Nueva York<sup>6</sup>, Centro para la Ciencia de la ciudad universitaria en Filadelfia<sup>7</sup> o el centro industrial cerca del MIT en Boston<sup>8</sup>. Estos casos, junto con otros tales como One North en Singapur<sup>9</sup>, el Parque de Adlershof en Berlín<sup>10</sup> o el llamado *Digital Hub* en Dublín<sup>11</sup>, hacen posible una nueva aproximación a la planificación urbana y al desarrollo económico desde la perspectiva del conocimiento.

El número de iniciativas impulsadas en los últimos años para fomentar el desarrollo económico e industrial es innumerable y pasan por la construcción de polígonos industriales, parques científicos, parques tecnológicos, viveros de empresa o *hubs* de innovación. En todos estos casos se han observado tanto éxitos como fracasos ligados en muchos casos a la planificación y/o concepción de la idea, así como a la coyuntura económica, el modelo de inversión, etc. Todos estos casos, algunos de ellos cercanos a nuestro entorno, han servido para identificar qué condiciones son las más adecuadas para impulsar procesos de innovación con niveles de inversión y gestión adaptados a la coyuntura económica actual. El desarrollo de ecosistemas de innovación abierta está detrás de muchos de los casos de éxito descritos en la literatura y han sido la clave para que muchas de estas iniciativas no solo sobrevivan, sino que triunfen [31]. Procesos de innovación abierta y una buena especialización son la clave para el desarrollo emprendedor. De hecho, cada vez es más frecuente la aparición de ecosistemas empresariales dedicados a las TIC, el IoT o la biotecnología. Sin ir más lejos, Alemania ha optado por esa específica focalización sectorial de sus ecosistemas de innovación. Además, se estima que, en el futuro, los *hubs* innovadores darán cada vez menos importancia al espacio físico y más a las sinergias y a la diversidad de sus miembros.

---

6 <https://www.downtownbrooklyn.com/listings/4-metrotech-center>

7 <https://www.universitycity.org/>

8 <https://ipc.mit.edu/>

9 <https://www.jtc.gov.sg/find-land/land-for-long-term-development/one-north>

10 <https://www.adlershof.de/en/>

11 <https://www.thedigitalhub.com/>

Una tendencia es la de utilizar las infraestructuras de innovación abierta como elemento de integración de empresas, centros de educación, zonas residenciales y áreas de servicios, de manera que un ecosistema como el que pretenda fomentar el emprendimiento vaya más allá de un centro empresarial [32]. Estos ecosistemas deben adaptarse a un nuevo escenario muy global, que es cada vez más dependiente de la ciencia y la tecnología y, por lo tanto, del saber; que exige, más que nunca, un nivel muy elevado de educación y unas habilidades y formación muy sólidas, tanto por los individuos como por las organizaciones, para que puedan actuar con eficacia, y que está modificando las modalidades de trabajo (teletrabajo) y las características de los trabajadores y de las empresas. El modelo de emprendimiento a seguir de alguna forma debe por tanto integrar, no solo físicamente sino desde un punto de vista de investigación y gestión de conocimiento, a sus empresas con el entramado de investigación de su entorno y con otras empresas con las que puedan tener sinergias. La infraestructura abierta debe crear y promover actividades culturales que faciliten una integración real con su entorno y establecer vínculos firmes con otras instituciones con las que tenga sinergias, independientemente de su localización.

Una mirada a los actuales (tradicionales) Parques Científicos y Tecnológicos en España (y en casi toda Europa) pone de relieve las siguientes características “externas”:

- Están situados fuera de las ciudades (de 10 a 30 km del centro suele ser una distancia típica).
- Suelen estar conectados con transporte público a las ciudades, pero con frecuencia es escaso e insatisfactorio.
- Baja densidad urbanística (un coeficiente de ocupación de un 30% no es inusual).
- Sometimiento a normativas urbanísticas muy rígidas en lo que se refiere a la clasificación y usos del suelo, lo que dificulta enormemente (o incluso impide, sin más) cualquier tipo de cambios en el ordenamiento urbanístico (planes parciales, etc.), con lo que la capacidad de respues-

tas ágiles de los gestores de estos parques a las rápidamente cambiantes necesidades del mercado queda muy limitada.

- Se entienden, únicamente, como “espacios de trabajo” (empresas, incubadoras, laboratorios, instituciones), lo que equivale a decir que están habitados solamente por un segmento de la población: el adulto con empleo.
- El horario es solo el laboral y prácticamente están desiertos e inactivos el resto del tiempo. Hoy en día, los diferentes Parques Científicos y Tecnológicos se quedan vacíos al acabar la jornada laboral. Cabe la posibilidad de usar y explotar mejor estas importantes inversiones en infraestructuras, urbanismo, seguridad y vigilancia, jardinería, etc.

No parece que esta sea la situación más idónea y algunos de estos aspectos deberían cambiarse para facilitar la integración de distintos (y hasta ahora heterogéneos) elementos en los recintos tecnológicos, tales como:

- Otros segmentos de la población (diferentes grupos de edad y diferentes niveles de competencia y formación).
- Diferentes actividades (compañías maduras y desarrolladas, empresas en fase de incubación, facultades, centros de investigación).
- Distintas áreas (zonas sociales, áreas deportivas, centros comerciales, residencias estudiantiles, casas, campos de golf, etc.).

Este cambio de tendencia en la configuración de los ecosistemas de innovación no es fortuito. Existen distintos factores que lo explicarían:

- En primer lugar, destacaríamos el hecho de que la ciudad es concebida de manera creciente como el nicho donde se ubican los principales factores de producción; es el caso del talento en la actual economía del conocimiento.
- Asimismo, la diversidad y mezcla de usos que se producen en los ecosistemas innovadores de cuarta generación al interactuar con el me-

dio urbano son beneficiosos para los resultados de la innovación: a mayor diversidad, mayor innovación.

Esta tendencia también está en concordancia con el concepto de ciudad compacta que, cada vez más, se impone en la planificación urbana de nuestros días como elemento positivo y a favor de la eficiencia energética y menor impacto ambiental tan necesario en nuestros actuales modos de vida.

La creación de un ecosistema donde compartir tecnología para ser más competitivos en conocimiento va a ser un punto de inflexión en la retención del propio conocimiento generado en todo ecosistema emprendedor actual, a la vez que supondrá una atracción de tecnólogos, investigadores y trabajadores de ese conocimiento del extranjero a esos polos tecnológicos. De igual forma, la estructura inmobiliaria ha de ser facilitadora de la implantación de nuevas modalidades de trabajo como el teletrabajo, donde la vida cotidiana, la ampliación de conocimientos y la relación con la empresa forman parte de un mismo periodo de tiempo para los trabajadores de este tipo de entornos. Es importante conocer que el ecosistema organizacional ha cambiado por la dinámica generada a raíz de la pandemia covid-19.

### **3. Salamanca y sus estructuras de emprendimiento e innovación**

Salamanca se caracteriza por ser una ciudad eminentemente de servicios y universitaria. Cuenta con dos universidades, siendo una de ellas la Universidad de Salamanca, la más antigua de España y una de las más antiguas de Europa. De hecho, la economía de la ciudad está principalmente vinculada a la propia Universidad y al turismo.

Siendo el sector servicios el principal sector de la economía salmantina, el papel que juegan la agricultura y la ganadería y la industria es mucho menor, configurándose las principales empresas por ventas, como *Global Exchange*, *Bernabé Campal*, *Merck Sharp & Dohme Animal Health, S.L.*, *Biocarburantes de Castilla y León, S.A.*, *Neumáticos Andrés, S.A.U.*, *Herma-*

*nos Recio, S.L., Cereales Martín Miguel, S.L., Productos ibéricos Calderón y Ramos, S.L., Agrifeed, S.L., Panelais Producciones, S.A. o Corongrasa, S.L., en primer lugar<sup>12</sup>.*

Además de las anteriores empresas, son filiales o sedes de empresas multinacionales como *INDRA, ViewNext, NTT Data, Deloitte, Axpe Consulting, HP* o *Nozama Solutions* (esta última vinculada a Amazon) las que están apostando por Salamanca habida cuenta de sus infraestructuras y del personal cualificado que es formado en las universidades de la ciudad.

A otro nivel, destaca también la presencia de un segundo grupo de empresas y emprendedores tecnológicos que eligen Salamanca por el actual y potencial de sus recursos, tanto humanos como de instalaciones. Empresas como *BEONx, Wembley Studios, Tebrio, Aplifisa, MEGA, SmartUp, Big Bang Box, Pixel Innova* o *Undanet* son algunos de los claros exponentes.

En la actualidad, las infraestructuras públicas más destacadas serían las siguientes:

### ***Parque Científico de la Universidad de Salamanca<sup>13</sup>***

Con la misión clara de albergar nuevas estructuras de investigación y desarrollo que intenten aprovechar mejor el conocimiento generado en el ámbito académico y empresarial, promoviendo la investigación y la transformación de sus resultados en la innovación tecnológica e industrial surge, en 2004, el proyecto del Parque Científico de Villamayor [33].

Con la llegada al Rectorado de la Universidad de Salamanca de Enrique Battaner, se puso en marcha un plan basado en la expansión de la USAL siguiendo el río Tormes hasta la localidad de Villamayor, a unos tres kilómetros del Campus Unamuno. En aquel momento, el sistema universitario español

---

<sup>12</sup> Ranking nacional de empresas (eleconomista.es) – consultado en febrero de 2023

<sup>13</sup> <https://pcs.usal.es/>

vivía tiempos de profundos cambios derivados de la adaptación del modelo al Espacio Europeo de Educación Superior (*EEES*, conocido popularmente como Plan Bolonia<sup>14</sup>).

El 12 de diciembre de 2006 fue una fecha importante en la historia del Parque. El rector, Enrique Battaner, colocaba formalmente la primera piedra del complejo en un acto público en el que participaron Elena Diego y Julián Lanzarote como representantes de los ayuntamientos de Villamayor y Salamanca; Alfonso Fernández Mañueco en calidad de consejero de Presidencia de la Junta de Castilla y León; la presidenta de la Diputación Provincial, Isabel Jiménez, y Francisco Marcellán como secretario general de Política Científica y Tecnológica del Ministerio de Educación y Ciencia, entre otras personalidades.

El año terminaba con otra buena noticia, la inauguración del edificio del CIALE, que se produjo de manera oficial el 29 de diciembre con la presencia del consejero de Educación de la Junta, Francisco Javier Álvarez Guisasaola.

Las compañías privadas se iban sumando al proyecto, y a comienzos de 2007 se presentó en público la empresa *Enne* de contenidos digitales, anunciando su incorporación al Parque. Esa primavera tenían lugar las elecciones a rector en la Universidad, accediendo al cargo José Ramón Alonso, que se reuniría con la alcaldesa de Villamayor a las pocas semanas de su nombramiento para analizar el desarrollo del proyecto.

Precisamente, el nuevo vicerrector de Investigación, Fernando Pérez Barriocanal, fue el encargado de negociar con la Junta de Castilla y León y el Ministerio de Educación y Ciencia la creación del Consorcio del Láser, que quedó definido en junio de 2007 con el Ministerio a cargo del 50% del ente, la Junta el 45% y la Universidad el 5% restante. El inicio de las obras del edificio que albergaría el láser se anunció para comienzos del año 2008.

---

14 <https://education.ec.europa.eu/es/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/bologna-process>

Ya en 2014, con la llegada de Juan Manuel Corchado como vicerrector de Investigación, se puso en marcha una nueva etapa en la historia del Parque, que se vería reflejada en el Plan Estratégico de Investigación y Transferencia de la Universidad 2014-17, aprobado en Consejo de Gobierno el 29 de mayo de 2014.

Y es a finales de noviembre cuando el Consejo de Gobierno de la Universidad aprobó el Plan de Desarrollo del Parque Científico 2015-17 diseñado con un objetivo principal, convertirlo en un parque de tercera generación. A partir del análisis de las empresas ya instaladas, del estudio de sus características y necesidades, pero también de las oportunidades que ofrece el modelo de innovación abierta y de la necesidad de ofrecer a los titulados universitarios una plataforma donde poner en marcha sus proyectos empresariales, y de los recursos disponibles, este plan fue elaborado y presentado por el rector junto con el director del Parque.

El Plan de Desarrollo del Parque Científico ha permitido la incorporación de las actividades de emprendimiento y así ubicar en las instalaciones a startups de reciente creación y a emprendedores. En la actualidad las instalaciones de las que se puede beneficiar el tejido emprendedor son:

- **Incubadora**

Con una superficie de 650 m<sup>2</sup> útiles distribuidos en dos plantas y dotada con 6 laboratorios y 10 despachos perfectamente equipados.

- **Edificio M2**

Situado en el Área Este del Enclave Innovatec del Parque Científico de la Universidad de Salamanca. Dedicado principalmente al sector de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

- **Edificio M3**

Construido en el Enclave Innovatec del Parque Científico de la Universidad de Salamanca, se caracteriza por su gran funcionalidad y versatilidad. Presenta un aspecto moderno y actualmente es la sede de diferentes empresas de varios sectores tecnológicos.

- **Edificio M5 – CLPU<sup>15</sup>**

El Centro de Láseres Pulsados (CLPU) es una infraestructura científico-tecnológica singular (ICTS) que nace en el 2007 de la mano del Ministerio de Economía y Competitividad (entonces Ministerio de Educación y Ciencia), la Junta de Castilla y León y la Universidad de Salamanca. Más adelante desarrollaremos la importante implicación del CLPU.

- **CIALE<sup>16</sup>**

Sede del Instituto Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias, que apoya y fomenta las actividades investigadoras y formativas que se realizan en la Universidad de Salamanca en las distintas áreas de conocimiento relacionadas con la Agricultura y la Agronomía, es un edificio de 4000 m<sup>2</sup> dividido en dos zonas bien diferenciadas. La más amplia, con una configuración modular, alberga ocho laboratorios de investigación y las respectivas zonas comunes para el desarrollo de la actividad investigadora: salas de incubación, microscopía con focal, esterilización y lavado, etc.

Además, los servicios de los que se pueden ver beneficiados están vinculados a la actividad emprendedora en todas sus fases y comprenden incubación y aceleración, así como programas de becas y prácticas en empresas. La cercanía a la Universidad de Salamanca hace que se pueda disponer una participación preferente en lo concerniente a estas becas y prácticas. La cercanía también se dispone en factores clave como son el servicio de empleo, los propios espacios para empresas y emprendedores, y diferentes niveles de asesoramiento como son la gestión fiscal, laboral, contable y mercantil, o bien la consultoría específica para la consolidación empresarial.

En lo referido a aspectos clave en sentido técnico se disponen colaboraciones con los grupos de investigación de la Universidad de Salamanca para el desarrollo de proyectos empresariales de base tecnológica fruto de la sinergia

---

<sup>15</sup> <https://www.clpu.es/>

<sup>16</sup> <https://ciale.usal.es/>

lógica. También se configura acceso a un CPD<sup>17</sup> equipado e invernaderos experimentales.

Dentro del servicio de apoyo a la investigación se reúnen un conjunto de servicios dotados de personal altamente especializado dentro de Nucleus.

Además del Parque Científico la Universidad de Salamanca dispone de espacios para emprendedores, entendidos como **Hubs de Emprendimiento**<sup>18</sup>, destinados a su uso compartido en régimen de coworking para el desarrollo de los proyectos empresariales por parte de los emprendedores que lo soliciten, y al desarrollo de las actividades de formación y difusión de la cultura emprendedora que se organizan desde USAL Emprende.

Sumado a todo lo anterior también se incorpora la figura de los **FabLabs**<sup>19</sup>. Éstos se estructuran como laboratorios de creación y fabricación digital dentro de la propia universidad, enfocándose al prototipado de objetos con tecnologías digitales que está abierto a toda la comunidad universitaria. Para lo anterior disponen de equipamiento técnico que aúna las características de los talleres digitales y tradiciones, y están en las cuatro sedes de la USAL, Ávila, Béjar, Salamanca y Zamora.

### ***Cámara de Comercio de Salamanca***<sup>20</sup>

La Cámara Oficial de Comercio, Industria y Servicios de Salamanca se constituyó el 29 de julio de 1886, en aplicación del Decreto de 9 de abril de ese mismo año, por el que se crean en nuestro país estas Corporaciones de Derecho Público, siendo la séptima de toda España (tras las de Bilbao, Málaga, Sevilla, Tarrasa, La Coruña y Cartagena).

---

17 <https://www.usal.es/servicios-informaticos-cpd>

18 <https://empleo.usal.es/>

19 <https://fablab.usal.es/>

20 <https://www.camarasalamanca.com/>

En la actualidad una de las máximas de la Cámara es el conseguir que los emprendedores consigan desarrollar su actividad contando con las mejores condiciones posibles y es para ello para lo que pone a su disposición instalaciones como:

### *Viveros de empresas*

Entendidos como estructura de acogida temporal de empresas, donde cada emprendedor puede optar a despachos o naves industriales a un bajo coste con todos los servicios e infraestructuras que toda empresa necesita para comenzar a funcionar.

La Cámara de Comercio de Salamanca cuenta con tres Viveros de Empresas:

*Vivero de empresas Génesis.* Cuenta con 20 oficinas de 16 m<sup>2</sup> y 7 naves de 80 m<sup>2</sup>. Además, ofrece los servicios de:

- Internet, teléfono y calefacción.
- Recepción de correo y paquetería.
- Video Vigilancia.
- Vivero virtual.
- Limpieza de zonas comunes.
- Aparcamiento.
- Seguridad 24 horas.
- Fotocopiadora.
- 2 salas de reuniones, sala de formación para 50 personas y sala-comedor.
- Zona ajardinada.

*Vivero de empresas Iris,* situado en Ciudad Rodrigo. Cuenta con 20 oficinas desde 17 m<sup>2</sup> hasta 25 m<sup>2</sup> y 2 naves de 100 m<sup>2</sup>. Además, ofrece los servicios de:

- Calefacción y aire acondicionado.
- Vivero virtual.
- Limpieza de zonas comunes.
- Aparcamiento.
- Salas de reuniones.
- Salas de formación.

*Vivero de empresas Innova*, situado en Peñaranda de Bracamonte. Cuenta con 15 oficinas desde 16 m<sup>2</sup> hasta 44 m<sup>2</sup>, sala de conferencias y sala de reuniones. Además, ofrece los servicios de:

- Suministro eléctrico.
- Conexión a internet.
- Climatización.
- Limpieza de zonas comunes.
- Vigilancia con cámaras 24 horas.

### ***Ayuntamiento de Salamanca***<sup>21</sup>

En base a la idea de coworking municipal el Ayuntamiento de Salamanca desarrolla el Centro de alto rendimiento PYME (CARP)<sup>22</sup>. Se trata de un itinerario flexible de apoyo a la mejora de la competitividad de la empresa en el que el empresario o emprendedor y el personal técnico y directivo de la empresa podrá disponer de formación y *mentoring* individual. El CARP tiene los siguientes objetivos:

1. Mejorar la competitividad de pymes salmantinas ya consolidadas.
2. Mejorar las competencias profesionales y personales del empresario y/o personal técnico.

---

21 <http://www.aytosalamanca.es/es/index.html>

22 <http://empresasyemprendedores.aytosalamanca.es/es/proyectosestrategicos/carp/>

3. Diseñar estrategias personalizadas que contribuyan a mejorar los resultados de las empresas.
4. Elaborar e implantar un plan de mejora para cada empresa participante.

### **Instituciones y programas**

Además de las instituciones ya citadas en el apartado anterior, Universidad de Salamanca, Cámara de Comercio de Salamanca y el Ayuntamiento de Salamanca, éstas y otras que ahora se destacarán participan con programas operativos del favorecimiento de la actividad emprendedora.

#### ***Universidad de Salamanca***

A los servicios expuestos cuando se referenciaba el Parque Científico de la universidad se ha de añadir el Servicio de Inserción Profesional, Prácticas, Empleo y Emprendimiento (SIPPE)<sup>23</sup>, organismo desde el que la universidad trabaja el entorno favorecedor de la actividad emprendedora. Sus servicios se centran en la incubación y en la aceleración. Si bien la aceleración está más ligada a la actividad desarrollada en el Parque Científico, la incubación contempla el asesoramiento en la validación de modelos de negocio, la aceleración y la consolidación de los mismos.

El ecosistema emprendedor que se conforma en la Universidad de Salamanca tiene como principales actores a:

- SIPPE – USAL Emprende
- Parque Científico
- Startup Olé<sup>24</sup>
- OTRI – Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación<sup>25</sup>

---

23 <https://empleo.usal.es/>

24 <https://startupole.eu/>

25 <https://www.usal.es/otri>

- Fundación General Universidad de Salamanca<sup>26</sup>
- Cátedra de Emprendedores Universidad de Salamanca<sup>27</sup>
- Instituto Multidisciplinar de Empresa<sup>28</sup>
- Cátedra RTVE - USAL<sup>29</sup>

### ***Cámara de Comercio de Salamanca***

La Cámara de Comercio, cuyas infraestructuras y algunos de sus servicios ya han sido descritos, ofrece, con carácter más operativo, otros tipos de servicios y programas de apoyo como:

#### *Ventanilla Única Empresarial (VUE)*<sup>30</sup>

La Ventanilla Única Empresarial de Salamanca (VUE) es un servicio en el que colaboran la Administración General del Estado, la Junta de Castilla y León y la Cámara de Comercio de Salamanca para facilitar la puesta en marcha de nuevos proyectos empresariales. En un mismo espacio físico se ofrece al emprendedor la oportunidad de obtener una completa información sobre el desarrollo de sus proyectos y la posibilidad de realizar los diferentes trámites que condicionan el inicio de su actividad, permitiendo que los procesos administrativos se agilicen y simplifiquen.

Los servicios prestados por la VUE. son:

- Orientación sobre los aspectos relevantes para la creación de la empresa
- Información sobre trámites, ayudas y subvenciones
- Registros y autorizaciones de la Comunidad Autónoma relacionados con la puesta en marcha de la empresa.

---

26 <https://fundacion.usal.es/es/>

27 <https://catedraemprendedores.org/>

28 <https://imeusal.com/>

29 <http://catedrartveusal.es/>

30 <https://www.camarasalamanca.com/emprendedores>

- Tramites de constitución y puesta en marcha, a través de la red CIRCE<sup>31</sup>, de:
  - Empresa Individual
  - SLNE (Sociedad Limitada Nueva Empresa)
  - SRL (Sociedad de Responsabilidad Limitada)

Como programas de apoyo ofrece diferentes líneas de subvención para los emprendedores como son:

- Subvenciones cofinanciadas por el Fondo Social Europeo, destinadas a fomentar el desarrollo de actividades económicas por cuenta propia.
- Subvenciones al Pago de cuotas de la Seguridad Social a trabajadores beneficiarios de la prestación por desempleo en la modalidad de pago único.
- Ayudas municipales a la creación y consolidación de iniciativas empresariales innovadoras.

Y programas específicos como el *Programa de Apoyo Empresarial a la Mujer (PAEM)*<sup>32</sup> que tiene como objetivo sensibilizar a las mujeres hacia el autoempleo y la actividad empresarial y ser un instrumento eficaz para la creación y consolidación de empresas lideradas por ellas.

Es un programa promovido desde el Consejo Superior de Cámaras y cuenta con el apoyo financiero del Fondo Social Europeo y de la Secretaría de Estado de Servicios Sociales e Igualdad del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

El programa trata de apoyar las iniciativas de mujeres con inquietud emprendedora, cualquiera que sea la fase en la que se halle su proyecto:

31 [https://administracion.gob.es/pag\\_Home/Tramites/miEmpresaEnTramites/Iniciativas/CIRCE.html](https://administracion.gob.es/pag_Home/Tramites/miEmpresaEnTramites/Iniciativas/CIRCE.html)

32 <https://www.inmujeres.gob.es/areasTematicas/Emprendimiento/ProgApoyoEmpresarial.htm>

- Idea
- Planificación
- Puesta en marcha y consolidación

A través de este programa la Cámara de Comercio ofrece información, asesoramiento y orientación empresarial como trámites, formas jurídicas, financiación, legislación o plan de empresa y estudio de viabilidad, entre otros.

El programa cuenta con un servicio de información y asesoramiento «on-line» al que se accede a través de <https://www.e-empresarias.net>, capaz de responder de forma rápida a numerosas cuestiones derivadas de la gestión empresarial y que ofrece la posibilidad de participar en un foro de cooperación e intercambio, informa sobre jornadas, ferias, actividades formativas e incluso facilita un autodiagnóstico básico para evaluar la viabilidad de una idea empresarial.

### ***Ayuntamiento de Salamanca***

Si bien como institución favorecedora de infraestructuras ya se ha manifestado su vinculación con el emprendimiento al favorecer el coworking, el Ayuntamiento de Salamanca ofrece ayudas municipales a la creación de empresas o innovación a las ya existentes. Las líneas de operación que actualmente se contemplan son:

- *Línea Emprende Salamanca*<sup>33</sup> - Convocatoria pública de ayudas económicas, a fondo perdido, destinadas al fomento de la iniciativa empresarial, en el Municipio de Salamanca.

Estas subvenciones se aplicarán a empresas de nueva creación, a autónomos y a las que se encuentren en funcionamiento, siempre y cuando tengan su domicilio social y/o centro productivo en la localidad de Salamanca, y lleven a cabo una iniciativa innovadora.

---

33 <http://empresasyemprendedores.aytosalamanca.es/es/ayudasmunicipales/lineaEmprendeSalamanca/index.html>

- *Línea Consolida tu negocio*<sup>34</sup> – Con igual finalidad de la descrita en la Línea Emprende Salamanca.

Hay que apuntar también que el Ayuntamiento favorece los concursos y premios empresariales, como son el concurso municipal para emprendedores mayores de 50 años y el concurso municipal de ideas innovadoras para centros educativos de Salamanca.

### ***Diputación de Salamanca***<sup>35</sup>

Principalmente, la Diputación de Salamanca cuenta con el *Servicio a emprendedores*<sup>36</sup>, que se caracteriza por ser un servicio permanente de la Diputación de Salamanca que se presta en las dependencias de Empleo y Desarrollo Rural. Su actividad se centra en informar, guiar y asesorar iniciativas empresariales en el ámbito rural de la provincia.

Además de las instituciones y organismos citados, merecen especial interés por su trabajo en diferentes áreas del emprendimiento:

### ***SECOT***<sup>37</sup>

La asociación SECOT (Seniors Españoles para la Cooperación Técnica) está constituida por profesionales cualificados jubilados, prejubilados o en activo que, con espíritu altruista, desean ofrecer su experiencia y conocimientos en gestión empresarial a quienes lo necesitan.

Los seniors asesoran a los emprendedores interesados en acceder a vías de financiación para la puesta en marcha de su negocio, tutorizando la planificación económica del nuevo proyecto empresarial.

---

34 <http://empresasyemprendedores.aytosalamanca.es/es/ayudasmunicipales/lineaConsolidada-TuNegocio/index.html>

35 <http://www.lasalina.es/>

36 <http://www.lasalina.es/economiayhacienda/empleoydesarrollo/emprendedores/>

37 <https://www.secot.es/>

SECOT presta sus servicios en la sede de la Cámara de Comercio, previa cita.

### **CES<sup>38</sup>**

Organización empresarial intersectorial más representativa de la provincia de Salamanca que en la actualidad cuenta con más de 2.000 empresas de los principales sectores del tejido productivo de la ciudad y la provincia. Entre sus servicios destacan:

- Apoyo al emprendedor.
- Servicios a asociaciones, como, por ejemplo:
  - AESCO.
  - AEHS.
  - ASEPIM.
  - AEPOV.
  - ACONSA.
  - AJE.
  - ASAV.
  - APIRAD.
- Asociación Provincial de Estaciones de Servicio de Salamanca.
- Asociación de Centros de Formación Vial de Salamanca.
- Asociación de Empresarios de Santa Marta.
- Asociación Provincial de Autoescuelas de Salamanca.
- ASFERSA.
- AESPESCA.
- ASARTE.
- Asociación de Empresarios de Centros de Enseñanza de Salamanca.
- ASATEL.

---

38 <http://www.empresariosdesalamanca.com/>

Mención especial requiere AJE ya que representa a la Asociación de Jóvenes Empresarios de Salamanca, organización sin ánimo de lucro políticamente independiente que reúne a empresarios y empresarias de varios sectores hasta los 45 años cuya empresa tenga domicilio social en la provincia de Salamanca.

### **CONFAES<sup>39</sup>**

La Confederación de Organizaciones de Empresarios Salmantinos (CONFAES) es una organización profesional de carácter confederativo e intersectorial de ámbito provincial. CONFAES es representante de CEOE, CEPYME y CECALE en Salamanca. CONFAES, reúne a las asociaciones empresariales más representativas de Salamanca. Las líneas estratégicas de CONFAES son el diálogo social, la prevención de riesgos laborales, la innovación, la formación y el apoyo a las 48 asociaciones que en la actualidad se ven representadas en CONFAES. Algunos exponentes serían:

- AESCON.
- AESGIM.
- AESPAN.
- AESPAS.
- AESTIC.
- ASAV.
- CEAT Salamanca.
- EMBECO.
- FAMSA.

Además de las anteriores instituciones y programas, cabe destacar la existencia del centro tecnológico **AIR Institute<sup>40</sup>**. Se trata de una organización privada de investigación sin ánimo de lucro cuyo objetivo es la promoción y el desarrollo de la investigación científica en el campo de la informática y

<sup>39</sup> <https://www.ceoecepymesalamanca.es/>

<sup>40</sup> <https://air-institute.com/>

la inteligencia artificial. AIR está formado por un equipo multidisciplinar de investigadores que trabajan para promover la innovación en el campo de las tecnologías de la información, la informática, la inteligencia artificial y las TIC. Cuenta en la actualidad con personal altamente cualificado como resultado de su participación en diferentes proyectos nacionales e internacionales, aportando una valiosa experiencia en múltiples tecnologías. AIR Institute ha sido impulsado por el Grupo de Investigación BISITE y aunque su andadura comenzó en agosto del 2018 ya cuenta con 80 titulados en su plantilla. De manera concreta el instituto desarrolla su actividad en un amplio abanico de áreas gracias a los destacados conocimientos y experiencia adquiridos por sus miembros, especialmente en las áreas de sistemas de mantenimiento predictivo, industria 4.0 e Internet de las Cosas, así como bioinformática, *Smart Cities*, *Social Computing* y *Blockchain*.

AIR Institute tiene una involucración clara en el avance de la ciencia salmantina participando, junto con otras entidades, a fin de hacer crecer los procesos de investigación, innovación y transferencia tecnológica hacia los sectores empresariales en los que la ciudad de Salamanca, y su área de influencia, acumulan capacidades para generar valor y empleo de alta calidad. Un claro exponente de la involucración es el desarrollo del programa *Centr@tec*<sup>41</sup> que centrado en servicios avanzados de innovación para PYMEs, se erige como un programa de capacitación y apoyo a la I+D+i en consonancia con la Red de Emprendimiento e Innovación de Castilla y León<sup>42</sup>. *Centr@tec* incluye actuaciones en las áreas de industria 4.0, digitalización, innovación en procesos y diseños de productos/servicios, internacionalización de la I+D+i y apoyo a emprendedores de base tecnológica.

El disponer del centro tecnológico AIR Institute es disponer también de Plataformas Tecnológicas con las que el centro tiene acuerdos como son:

---

41 <https://centratec.air-institute.com/>

42 <https://www.redei.es/>

- 6G Industry Association<sup>43</sup>
- Alastria<sup>44</sup>
- Biotecyl<sup>45</sup>
- CLAIRE<sup>46</sup>
- Cluster SIVI<sup>47</sup>
- Federación Nacional de Digitalización y *Blockchain*<sup>48</sup>
- GAIA-X<sup>49</sup>
- IOTEC<sup>50</sup>
- Logistop<sup>51</sup>
- Move2Future<sup>52</sup>
- PTEDisruptive<sup>53</sup>
- Plataforma Tecnológica del Vino<sup>54</sup>

Junto con estas plataformas tecnológicas, participan en AIR Institute socios y miembros de todos los sectores sociales y empresariales. Además colabora con diferentes entidades públicas y privadas en proyectos tecnológicos de calado desarrollados dentro de tecnologías punteras como son la inteligencia artificial, la bioinformática, el *blockchain*, la ciberseguridad, el aprendizaje profundo, *e-Health*, energía, Fintech, procesamiento del lenguaje natural, *Internet of Things*, inteligencia artificial cuántica, robótica, *Smart Cities* o la computación social.

---

43 <https://6g-ia.eu/>

44 <https://alastria.io/>

45 <https://www.biotecyl.com/>

46 <https://claire-ai.org/>

47 <https://www.clustersivi.org/>

48 <https://fndb.es/>

49 <https://www.gaiax.es/>

50 <https://iotec.usal.es/>

51 <https://logistop.org/es-la-automatizacion-el-futuro-de-la-logistica-portuaria/>

52 <https://www.move2future.es/>

53 <https://ptedisruptive.es/>

54 <https://www.ptvino.com/es/inicio/>

Unido al desarrollo de AIR Institute surge **IoT Digital Innovation Hub (IoT DIH)**<sup>55</sup> que como Polo de Innovación tiene por objetivo ayudar a las empresas que en él participan (especialmente a las PYME) a ser más competitivas mediante la adopción de las tecnologías de Internet de las Cosas en sus procesos de negocio/producción, productos y servicios.

En este punto es destacable la labor de **Grupo de Investigación BISITE**<sup>56</sup>, dentro de la Universidad de Salamanca, y es menester introducirlo ya que de este grupo surgen sinergias conducentes al propio nacimiento de AIR Institute e IoT DIH. BISITE agrupa a un conjunto de investigadores interesados, principalmente, en el desarrollo y la aplicación de sistemas informáticos inteligentes a distintos tipos de problemas actuales y futuros. BISITE cuenta con más de un centenar de miembros y se caracteriza por ser multidisciplinar, precisamente por el variado perfil de sus miembros, que van desde informáticos a economistas, pasando por biólogos, farmacéuticos, matemáticos o físicos. El grupo colabora y participa intensamente en proyectos de investigación llevados a cabo junto con empresas, universidades y centros de investigación. Además del impulso en el desarrollo del IoT DIH, BISITE es coordinador de varios postgrados de éxito en los ámbitos de investigación y parte de sus miembros coordinan el desarrollo de varios congresos internacionales.

Un claro exponente de la actividad de BISITE es la aplicación de las diferentes técnicas vanguardistas como son *machine learning* y *deep learning* que dan como fruto herramientas como **Deepint**<sup>57</sup> [34], una solución desarrollada por **DCSc**<sup>58</sup> en colaboración también con el AIR Institute. La utilización de la herramienta permeabiliza al avance científico y es aplicada a mejoras medioambientales y mitigación del cambio climático en el caso de proyectos punteros como en la actualidad es LIFE Vía de la Plata<sup>59</sup>, cuyo desarrollo participa de la monitorización con estaciones de control y monitorización de

---

55 <https://innovationhub.es/>

56 <https://bisite.usal.es/es>

57 <https://deepint.net/>

58 <https://www.dcsc.es/>

59 <https://www.lifeviadelaplata.com/>

Ecosystem Services, basadas en sensores, IoT, *cloud computing* e inteligencia artificial.

BISITE y AIR Institute también tienen una fuerte presencia en el área electrónica, con ejemplos como Data Logger, Gateway Edge-IIoT para la captura, almacenamiento, procesamiento y envío de datos dirigido a la tecnología de la IoT. Además, en este sentido, también se desarrollan de nuevo dispositivos como **Deep Air Control 4.0**<sup>60</sup> para la monitorización de parámetros como la temperatura, la presión atmosférica, la humedad o el CO<sub>2</sub>. Fruto de su avance sanitario se desarrolla **SpinCare**, corrector postural inteligente que puede ayudar a prevenir problemas lumbares o **Apapachoa**<sup>61</sup>, muñecos terapéuticos desarrollados con sensorización para ayudar a las personas con algunas patologías como Alzheimer, autismo o depresión entre otras.

Fruto de la implicación de AIR Institute e IoT Digital Innovation Hub, surge la gran apuesta europea por Castilla y León vinculada a Salamanca, **DIGIS3**<sup>62</sup>, un multiplicador y difusor de la digitalización inteligente, sostenible y cohesiva de las PYMEs y las organizaciones del sector público en Castilla y León y está especializado en:

- Inteligencia Artificial (IA)
- Computación de Alto Rendimiento (HPC)
- Industria 4.0
- Reto demográfico
- *Smart Renewables*
- Agricultura inteligente
- Economía circular
- Ciudades y territorios inteligentes
- Administración electrónica y espacios de datos

---

60 <http://co2.air-institute.com/#/>

61 <https://apapachoa.net/>

62 <https://digis3.eu/>

DIGIS3 es un EDIH, un European Digital Innovation Hub, creado gracias a la colaboración de seis entidades regionales: AIR Institute (coordinador), el Instituto para la Competitividad Empresarial (ICE), la Universidad de León, la Fundación Centro de Supercomputación de Castilla y León (SCAYLE), DIH-LEAF y DIHBU. DIGIS3 ha conseguido ser uno de los 12 EDIH reconocidos por la Unión Europea en España y uno de las 138 que tienen este sello de calidad. La Comisión Europea ha asignado un primer proyecto europeo, para el lanzamiento de este HUB, y con la coordinación de Juan M. Corchado del AIR Institute, por importe de 3.447.000 millones de euros para los próximos tres años y con los que comenzar a desarrollar su actividad.

Además de estos casos particulares de desarrollo vinculados a la inteligencia artificial existen, dentro del ecosistema salmantino, otras entidades destacables que completan el acompañamiento al emprendedor y a las empresas tecnológicas. Cabe destacar, dentro de la importancia de la biotecnología en Salamanca, el Instituto de Investigación Biomédica de Salamanca (**IBSAL**)<sup>63</sup>, que desarrolla su investigación sanitaria dentro del Sistema Nacional de Salud y que fue constituido en 2011 con la colaboración de la Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Salamanca. El IBSAL se centra en potenciar la investigación biomédica traslacional y la sinergia entre grupos básico, clínicos, epidemiológicos y los servicios de salud del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca.

Vinculados también a la biología, a la tecnología e incluso a la aplicación de éstas en genómica o en el sector agro se disponen los siguientes institutos, claves también en el desarrollo salmantino:

- Instituto de Biología Funcional y Genómica (**IBFG**)<sup>64</sup>. Se trata de un centro mixto de investigación que comparten el Centro Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Salamanca. Tiene como objetivo el

---

63 <https://ibsal.es/es/>

64 <https://ibfg.usal-csic.es/>

estudio de los mecanismos reguladores de las funciones celulares y su integración en el contexto del genoma a través de aproximaciones metodológicas avanzadas de biología celular, molecular y genómica.

- Instituto de Biología Molecular y Celular del Cáncer (**IBMCC**)<sup>65</sup>. Se trata también de un centro mixto de investigación creado en 1996 que comparten el Centro Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad de Salamanca sobre la base del Centro de Investigación del Cáncer (CIC). Su objetivo es la investigación sobre el cáncer, integrando el enfoque biomédico básico, el clínico y el aplicado o traslacional.

- Instituto de Neurociencias de Castilla y León (**INCYL**)<sup>66</sup>, que tiene como objetivo la investigación científica del sistema nervioso y sus patologías.

- Instituto de Investigación en Agrobiotecnología (**CIALE**)<sup>67</sup>. Con origen en el año 2000, tiene como objetivo el estudio de la agricultura y la agronomía desde la perspectiva de la biodiversidad, la biología molecular de plantas y microorganismos, la mejora genética, la sanidad y producción vegetal, y los recursos ambientales, hídricos y biológicos.

Volviendo a la importancia de la ciencia como elemento tractor de una sociedad, también es importante destacar la vinculación de Salamanca con las profesiones del futuro encabezadas por el valor de los conocimientos en ciencia básica de aplicación; claro exponente de ello es la existencia de los siguientes institutos de investigación:

- Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas (**IUFFYM**)<sup>68</sup>, cuyo objetivo es el estudio teórico, tanto básico como orientado,

---

65 <https://www.cicancer.org/>

66 <https://institutoneurociencias.org/>

67 <https://ciale.usal.es/>

68 <https://iuffym.usal.es/>

de la interrelación entre la Física Fundamental y las Matemáticas, y sinergias generadas en sus objetivos o en su metodología científica.

- Instituto Universitario de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (**ECYT**)<sup>69</sup>, cuya actividad se centra en el estudio de los sistemas científico-tecnológicos, su estructura, funcionamiento, gestión e impacto en los diferentes ámbitos sociales, económicos y políticos.

- Instituto Universitario de Investigación en Arte y Tecnología de la Animación (**ATA**)<sup>70</sup> que estudia, desde un punto de vista multidisciplinar, la creación digital en la que se combinan el arte y la innovación tecnológica, con proyección en las aplicaciones digitales y la industrial del sector audiovisual.

Pero Salamanca no es solo aplicación, sino que también es comunidad y lazos de unión estratégicos, y es por ello por lo que hay que destacar a este punto la figura de dos institutos de investigación clave:

- Instituto de Iberoamérica (**IBEROAME**)<sup>71</sup> que desarrolla estudios pluridisciplinarios y universales de las sociedades iberoamericanas, fomentando la cooperación entre países y reforzando el ámbito en el que Salamanca tiene presencia desde el siglo XVI.

- Instituto Universitario de Integración en la Comunidad (**INICO**)<sup>72</sup>, cuyo objetivo es el estudio y mejora de la calidad de vida de las personas en situación de desventaja social en distintos contextos y a lo largo de todo su ciclo vital.

De manera concreta Salamanca sienta bases firmes en su compromiso con el avance de la educación potenciando la actividad que la encumbró a una de las posiciones más relevantes en el ámbito universitario a nivel mun-

---

69 <https://ecyt.usal.es/>

70 <https://ata.usal.es/>

71 <https://iberoame.usal.es/>

72 <https://inico.usal.es/>

dial con dos institutos de investigaciones que trabajan en pro de ello, como son:

- Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (**IUCE**)<sup>73</sup>, cuyo objetivo es precisamente el estudio de la formación y actualización del profesorado, tanto universitario como preuniversitario, desde una perspectiva multidisciplinar y abarcando todos los aspectos metodológicos y didácticos de sus actividades docentes e investigadoras.
- Instituto de Estudios Medievales y Renacentistas (**IEMYRHD**)<sup>74</sup>, preocupado por el estudio de los textos de la Edad Media y el Renacimiento y su edición, desde diversas perspectivas y metodologías que abarcan historia de la lengua, historia de la literatura y de las ideas, historia cultural y de las universidades, historia del libro y la edición digital.

No se puede pasar por alto, vinculada al desarrollo de Salamanca como foco educacional, la gran determinación con la que el estudio salmantino ha preservado y preserva su fuerte vinculación con la importancia del español. Fruto de esta involucración, surge el fomento de la sede del Centro Internacional del Español (**CIEUSAL**)<sup>75</sup>, revulsivo para la economía del español y dinamizador del mismo. De hecho, CIEUSAL, tal y como indicó ya en la inauguración de su nueva sede el rector Ricardo Rivero tiene un interés claro por implicar a la iniciativa público-privada como seña de la marca Universidad del español. CIEUSAL es un referente nacional e internacional en la enseñanza, investigación, conocimiento y divulgación de la lengua de Cervantes ampliando la colaboración entre diferentes organizaciones con espacios abiertos que alberguen todo tipo de actividades como por ejemplo presentaciones de libros, exposiciones, proyecciones audiovisuales y relacionadas con las lenguas, actos públicos, etcétera.

---

73 <https://iuce.usal.es/>

74 <https://iemyrhd.usal.es/>

75 <https://cie.usal.es/cie-usal/>

Llama la atención como el desarrollo y apuesta por el español ha dado frutos incluso en aplicaciones operativas como han sido los siguientes diccionarios:

- Diccionario de la Ciencia y de la Técnica del Renacimiento (**DICTER**)<sup>76</sup>. Centrado en la realización del tratamiento lexicográfico del vocabulario especializado de la ciencia -excluida la vertiente bio- (medicina, botánica, zoología, etc.)- y de la técnica desarrolladas en España – con alguna prolongación en el Nuevo Mundo- durante el siglo XVI y primer cuarto del XVII. Es un elemento auxiliar del Nuevo Diccionario Histórico que proyecta la Real Academia Española.

- Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico (**DICCIOMED**)<sup>77</sup>. Se trata de un diccionario médico-biológico, histórico y etimológico.

Por último, es destacable la integración en el ecosistema salmantino de la figura del Instituto Multidisciplinar de Empresa (**IME**)<sup>78</sup> que tiene por motivación y objetivo el estudio del mundo empresarial y su organización, como elemento clave del desarrollo y la eficiencia económica de los países y regiones, desde perspectivas holísticas y no parciales, en entornos cambiantes y competitivos. Algo sumamente necesario para el perfecto acoplamiento de los diferentes desarrollos innovadores en la sociedad empresarial salmantina.

Además de lo anterior, y aunque en el caso del **CLPU** ya se ha introducido previamente su importancia dentro del desarrollo del Parque Científico de la Universidad de Salamanca se trata de una infraestructura singular creada en diciembre de 2007 como un Consorcio integrado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el Gobierno Regional de Castilla y León y la Universidad de Salamanca. Su creación se alineó como parte de la implementación del Mapa de

---

76 <https://dicter.usal.es/>

77 <https://dicciomed.usal.es/>

78 <https://imeusal.com/>

Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares<sup>79</sup>, teniendo por objetivos el diseño, construcción e impulso de un láser de Petavatio en Salamanca, el desarrollo tecnológico de pulsos ultracortos, la realización de importantes avances en tecnología láser, la promoción del uso de esta tecnología en varios campos como son la física, la ingeniería, la biología, la medicina, etcétera. A lo largo de 2023, el objetivo de abrir las instalaciones a la comunidad científica nacional e internacional sigue siendo una constante contando incluso con más fuerza al trabajar en la ocupación de nuevos espacios que son ya una realidad como es el acabar la obra del edificio M4, dentro del Parque Científico, asumida por el apoyo conseguido por la Universidad de Salamanca y aprovechable por el CLPU para seguir creciendo al lado de su sede actual.

A este punto es importante remarcar la existencia en Castilla y León de únicamente dos centros singulares; uno es el CLPU y otro es, desde el 2007, el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) que también está catalogado como una Instalación Científico-Técnica Singular, y que se gestiona mediante un consorcio compuesto por el Ministerio de Economía y por la Junta de Castilla y León.

#### **4. Una mirada al futuro**

Una vez se ha observado la importancia de Salamanca en el pasado con respecto a lo que posteriormente sería la ciencia económica a nivel mundial y, basándose en las estructuras principalmente definidas anteriormente, es posible mirar hacia el futuro para así sentar bases de desarrollo vinculadas a la preocupación de la ciencia actual sin dejar de lado el apoyo a la capa de emprendimiento necesaria donde cultivar la economía futura de Salamanca. No en vano Salamanca ha visto alumbrar a la compañía Cytognos, ejemplo entre muchas, creada en el año 1996 precisamente como “*spin off*” del conocimiento y el aprendizaje de estudiantes de la propia universidad, guiados por el catedrático de Medicina Alberto Orfao, y que finalmente es adquirida por una

---

79 <https://www.clpu.es/MapadeICTS>

multinacional norteamericana como es Becton, Dickinson and Company (BD Biosciences) poniendo en valor las diez patentes internacionales licenciadas y dos patentes propias de métodos de análisis de datos biológicos multiparamétricos. Unida a la figura del profesor Orfao también es destacable la empresa 300k, capaz de eliminar los ultracongeladores para almacenar muestras biológicas con una gran apuesta por su desarrollo de diferentes hospitales y centros de investigación que se beneficiarán de esta tecnología. Como se introduce, Cytognos no es un caso aislado y es importante destacar la potencia biotecnológica que Salamanca tiene gracias a empresas como MSD Animal Health, Tebrio o la ya mencionada Cytognos que posicionan al campus biosanitario, al IBSAL y al resto de centros tecnológicos permitiendo una extraordinaria posición de la ciudad en la que se fijan para incorporar proyectos innovadores al ecosistema empresas tan importantes como Novartis, que construirá en Salamanca la planta más moderna de Europa de medicamentos oncológicos de última generación.

Como se avanzaba, otro gran exponente es la biotecnológica Tebrio que en 2024 abrirá en Salamanca la mayor granja de insectos del mundo. El complejo biotecnológico, en el que se han invertido 70 millones de euros, tendrá una extensión de 80.000 metros cuadrados de producción, con capacidad de poder sacar al mercado más de 100.000 toneladas de productos de insectos al año.

Tebrio no es la única realidad biotecnológica salmantina. Como ciencia que cada vez está tomando más importancia en la investigación médica, y dentro del puesto destacado que tiene Salamanca gracias al campus biosanitario de la Universidad y el IBSAL, empresas como Neurofix Pharma eligen la capital charra para desarrollar un fármaco para paliar el dolor que sufren personas con lesiones medulares y mejorar su calidad de vida.

Con todo lo anterior, es importante plasmar lo que está por venir de manera operativa, como es el acompañamiento a través de un Plan de Industrialización entendido como necesidad y única dirección para impulsar los proyectos

de innovación y digitalización fruto del desarrollo del sector TIC, generando empleo y valor añadido. Con 67,4 millones de euros se establecerá una posición firme de voluntad por parte de todas las instituciones para impulsar programas y acciones destinadas a proyectar Salamanca y su alfoz como capital de la especialización de actividades vinculadas a los universos inmediatos más ambiciosos de aplicación de las tecnologías más punteras.

Uno de los paradigmas próximos en los que se requiere posición es el universo cuántico.

El desarrollo cuántico afecta y afectará a las sociedades tal y como las entendemos hoy en día [35]. Una evolución lógica es la derivada del poder llevar a cabo operaciones mucho más rápidas por parte de las personas, volviendo todo el proceso más eficiente [36], algo que potenciará lo realizado en base a tecnología *blockchain* en determinados procesos [37] además de en otras tecnologías [38, 39, 40]. Así mismo, los procesos y operaciones se pueden y se podrán, en las primeras fases de evolución, llevar a cabo mucho más rápidamente, lo que tendrá un gran impacto en la productividad y la eficiencia de la industria [41]. Además, la computación cuántica también permitirá a las personas realizar tareas que antes les era imposibles realizar.

La evolución cuántica abre nuevas oportunidades para la innovación y el desarrollo tecnológico, lo que permitirá no solo a nivel individual, sino también a nivel sociedad avanzar hacia nuevas cotas. Este avance no se puede realizar si llevar añadido el afianzamiento de otras disciplinas como la ciberseguridad o la mayor amplitud y gestión del almacenamiento y gestión de datos [42].

No obstante, la tecnología cuántica, habida cuenta de su potencial y complejidad de desarrollo unido al riesgo de la evolución de esta, hace necesario el avance en un *sandbox* regulatorio cuántico que permita generar un entorno de pruebas para nuevas tecnologías cuánticas antes de que se implementen a gran escala. Esta herramienta permite a los reguladores y a las organizaciones ex-

plorar y comprender los riesgos y beneficios relacionados con el uso de ciertas tecnologías [43]. El entorno de pruebas también ofrece una plataforma para experimentar con nuevos modelos normativos y de aplicación de la ley. Esto permitirá a los reguladores aprobar nuevas tecnologías cuánticas de forma rápida y segura. Por último, es destacable que el *sandbox* regulatorio cuántico ayuda a garantizar que la innovación cuántica se desarrolla de manera responsable y segura [44]. En este sentido ha surgido en España “Quantum Spain”<sup>80</sup>; cuyo objetivo es impulsar y financiar una infraestructura competitiva y completa de computación cuántica en España. El proyecto dotará al presente ecosistema cuántico nacional de las herramientas necesarias para desarrollar un sólido tejido científico y tecnológico en torno a la computación cuántica y sus aplicaciones en Inteligencia Artificial.

### **Quantum Economics & Technology Experience Lab**

Como se ha subrayado, el desarrollo de la economía en Salamanca, así como la apuesta por las infraestructuras es clave para los diferentes grupos sociales preocupados por el futuro de la ciudad. En este sentido, y con la mirada puesta en el futuro inmediato, *Quantum Economics & Technology Experience Lab* (QETEL)<sup>81</sup> surge como iniciativa para aprovechar el desarrollo cuántico y emplazarlo dentro del desarrollo de la ciencia económica.

Esta iniciativa estará vinculada a la economía cuántica entendida esta como una nueva rama de la economía que estudia cómo los principios de la mecánica cuántica se aplican a los fenómenos económicos [45]. Esta nueva disciplina se centra en cómo los principios cuánticos, como la superposición, interferencia y entrelazamiento, pueden afectar a los mercados financieros, la toma de decisiones, el comportamiento de los inversores, el ciclo económico y otras áreas relacionadas con la economía [46]. Algunos investigadores creen que esta nueva disciplina puede ayudar a desarrollar una economía más

---

80 <https://quantumspain-project.es/>

Es una iniciativa impulsada por el Ministerio de Economía a través de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y financiada con los Fondos de Recuperación.

81 <https://qetel.air-institute.com/>

eficiente y predecible, donde los intereses de los inversores estén más protegidos. Además, se espera que la economía cuántica también ofrezca una mejor comprensión de los mercados financieros y cómo se comportan los inversores entre otros [47].

QETEL se desarrolla dentro de AIR Institute para así contar con todo el bagaje de dicho centro en forma de experiencia y confianza en el avance científico a desarrollar. Se tratará de una iniciativa vinculada a la ciudad de Salamanca y que pretende participar de un avance disruptivo siguiendo el ejemplo de la Escuela de Economía de Salamanca.

## **5. Conclusiones**

La preocupación por el avance social no es nueva. A lo largo de diferentes etapas, a nivel global, diversas han sido las apuestas con sentido exitoso que han promovido el desarrollo de las sociedades. El avance en sí mismo implica de manera directa mejoras en la situación de la población que, en general, ha venido requiriendo una combinación de acciones como es la mejora de las infraestructuras, de la educación, del empleo, de la salud o, de manera más concreta, de la vivienda y de la seguridad. En la ecuación no hay que dejar fuera la importancia de las relaciones internacionales. En este sentido, Salamanca, acapara gran parte de las premisas que se deben cumplir para sacar adelante los proyectos emprendedores más ambiciosos.

Es clara la consonancia histórica de Salamanca con los avances más disruptivos, comenzando por sacar adelante, en una época de conocimiento incierto, la propia Universidad, la Universidad de Salamanca. La institución generó un gran conocimiento llegando a destacar y liderar ramas determinantes para el futuro social en una época en la que esta labor no era sencilla. Esas bases firmes y determinadas habrían de dejar en la sociedad salmantina la semilla de la confianza en que lo trabajos arduos se pueden sacar adelante con buenas bases de conocimiento, inquietud e infraestructura.

- Sobre el conocimiento se ha realizado una muy breve retrospectiva histórica que, además de introductoria, ha llevado no sólo a vincular a personajes relevantes en la historia económica mundial, sino que también nos ha permitido tener perspectiva de lo relevante de las ciencias y el conocimiento que se ha generado y se genera en Salamanca.

- Sobre la inquietud, el emprendimiento aquí descrito ve reflejo en iniciativas empresariales y motivaciones privadas que también hemos aterrizado y que tendrán y tienen su permeabilidad hacia la sociedad salmantina. Casos de éxito como las compañías biotecnológicas descritas, las iniciativas emprendedoras observadas y la cercanía al desarrollo del sector privado de profesores de la Universidad de Salamanca hacen ver la gran motivación en el atender a necesidades de la población dentro de la actividad empresarial.

- Por último, sobre la infraestructura, es clara la fortaleza de esta en la ciudad de Salamanca. Múltiples centros vanguardistas que se han creado en los últimos tiempos, unidos al rodaje ya consolidado de importantes institutos de investigación e instituciones y programas, son prueba de la infraestructura de conocimiento de la que goza la ciudad. Además, al mismo tiempo, son varios los proyectos que pueden surgir bajo la apuesta industrial de la ciudad que está por venir.

El estudio de la realidad descrita avala la fortaleza de Salamanca como ciudad de atracción y retención del talento, cuestión principal para que las iniciativas, sometidas cada vez más a entornos disruptivos, lleguen a buen puerto. Vivimos en un momento de cambio, en una era apasionante, en la que la generación de conocimiento se realiza a gran velocidad. Salamanca cuenta ahora con el talento humano y los recursos técnicos para convertirse en un referente en el ámbito de la innovación y el emprendimiento y se ha enganchado a un carro del que no se puede bajar. Veremos cambios significativos y que transformarán esta ciudad sin que pierda su alma y tradición.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Grice-Hutchinson, M. (1989). El concepto de la Escuela de Salamanca: sus orígenes y su desarrollo. *Revista de Historia Economica-Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 7(S1), 21-26.
2. del Cerro, J. S. (1829). El pensamiento económico de la Escuela de Salamanca. In *6e Congreso de Economía regional de Castilla y León, Zamora* (Vol. 26, pp. 1829-1837).
3. Poncela González, Á. (2010). *Las raíces filosóficas y positivas de la doctrina del derecho de gentes de la Escuela de Salamanca*. Editorial Celayrain (León, España).
4. Contreras, S. (2013). La Escuela de Salamanca del siglo XVI: su naturaleza y composición. *La Escuela de Salamanca del siglo XVI: su naturaleza y composición*, 297-324.
5. Carabias Torres, A. M. (2015). *La Escuela de Salamanca. Perspectivas de investigación*.
6. Monroy, M. M., & Tapia, M. R. (2016). La Moneda Real en Salamanca y Ciudad Rodrigo en la Edad Media (Siglos VIII-XIII). *OMNI*.
7. DE, D., & II, F. (2011). LEÓN (1157-1188) EN EL NATIONALMUSEET FREDERIKSHOLMS KOBENHAVN. *Gaceta numismática*, 180.
8. De Soto, J. H. (2013). Juan de Mariana y los escolásticos españoles. *Dendra Médica Revista de Humanidades*, 13.
9. Sánchez-Bayón, A. (2020). Estudios económicos en la encrucijada. *Semestre Económico*, 23(55), 47-66.
10. Sánchez-Bayón, A. (2020). Una historia epistemológica de los estudios de ciencias jurídicas y económicas: De la Hacendística y Camerología a la Economía aplicada. *Derecho y cambio social*, 62:468-498.
11. Husik, I. (1920). Francisci de Victoria *De Indis et de Iure Belli Relectiones*.

12. Boldizzoni, F. CIVIL ECONOMY BETWEEN PAST AND FUTURE: A COMMENT TO BRUNI AND ZAMAGNI. *Economia Civile*, 20.
13. Vaughn, K. I. (2012). *John Locke: economist and social scientist*. University of Chicago Press.
14. Gómez Rivas, L. G., & Matarán López, C. (2022). *Modelos de difusión de ideas en la Historia del Pensamiento Económico: la Escuela de Salamanca y la Escuela Austriaca de Economía*.
15. Grice-Hutchinson, M. (1952). *School of Salamanca*, The. Ludwig von Mises Institute.
16. Schumpeter, J. A. ([1954] 1971). *Historia del análisis económico*. Madrid: Ariel.
17. Cardon, M. S., Wincent, J., Singh, J., & Drnovsek, M. (2009). The nature and experience of entrepreneurial passion. *Academy of management Review*, 34(3), 511-532.
18. Elkington, J., & Hartigan, P. (2008). *The power of unreasonable people: How social entrepreneurs create markets that change the world*. Harvard Business Press.
19. Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Currency.
20. Drucker, P. (2014). *Innovation and entrepreneurship*. Routledge.
21. Davis, G. F., Diekmann, K. A., & Tinsley, C. H. (1994). The decline and fall of the conglomerate firm in the 1980s: The deinstitutionalization of an organizational form. *American sociological review*, 547-570.
22. De Clercq, D., Honig, B., & Martin, B. (2013). The roles of learning orientation and passion for work in the formation of entrepreneurial intention. *International Small Business Journal*, 31(6), 652-676.
23. Cooper, D. J., & Saral, K. J. (2013). Entrepreneurship and team participation: An experimental study. *European Economic Review*, 59, 126-140.

24. George, J. M. (2000). Emotions and leadership: The role of emotional intelligence. *Human relations*, 53(8), 1027-1055.
25. Pisano, G. P. (2015). You need an innovation strategy. *Harvard business review*, 93(6), 44-54.
26. Ekpe, I., Razak, R. C., Ismail, M., & Abdullah, Z. (2016). Entrepreneurial skill acquisition, psycho-social factors and youth's self-employment in Malaysia. *Journal of Entrepreneurship Education*, 19(2), 78.
27. Rexhepi, G., Hisrich, R. D., & Ramadani, V. (2019). Open Innovation and Entrepreneurship: An Overview. *Open Innovation and Entrepreneurship: Impetus of Growth and Competitive Advantages*, 1-7.
28. Moratis, L., & Melissen, F. (2020). Fourth-generation sustainable business models and the need for developing sustainability intelligence. *Citizenship and Sustainability in Organizations: Exploring and Spanning the Boundaries*.
29. Pawłowski, K. (2009). The 'fourth generation university' as a creator of the local and regional development. *Higher Education in Europe*, 34(1), 51-64
30. Yun, J. J., Jeong, E., & Yang, J. (2015). Open innovation of knowledge cities. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1(2), 16.
31. Pustovrh, A., Rangus, K., & Drnovšek, M. (2020). The role of open innovation in developing an entrepreneurial support ecosystem. *Technological forecasting and social change*, 152, 119892.
32. Paskaleva, K. A. (2011). The smart city: A nexus for open innovation? *Intelligent Buildings International*, 3(3), 153-171.
33. Corchado, J. M. (2016). *Diez años del Parque Científico de la Universidad de Salamanca (Vol. 98)*. Ediciones Universidad de Salamanca.
34. Corchado, J. M., Chamoso, P., Hernández, G., Gutierrez, A. S. R., Camacho, A. R., González-Briones, A., ... & Omatu, S. (2021). Deepint. net: A rapid deployment platform for smart territories. *Sensors*, 21(1), 236.

35. Zohar, D. (2021). Governing a Quantum Society: Two Models. In *Zero Distance: Management in the Quantum Age* (pp. 229-241). Singapore: Springer Singapore.
36. Deutsch, D., Ekert, A., & Lupacchini, R. (2000). Machines, logic and quantum physics. *Bulletin of Symbolic Logic*, 6(3), 265-283.
37. Mezquita, Y., Parra-Domínguez, J., Pérez-Pons, M. E., Prieto, J., & Manuel Corchado, J. (2022). Blockchain-based land registry platforms: a survey on their implementation and potential challenges. *Logic Journal of the IGPL*, 30(6), 1017-1027.
38. Parra-Dominguez, J., Pérez-Pons, M. E., Hernández, G., Herrera-Viedma, E., & Corchado, J. M. (2022). Evaluation metrics and dimensional reduction for binary classification algorithms: a case study on bankruptcy prediction. *The Knowledge Engineering Review*, 37, e1.
39. Parra-Dominguez, J., Pérez-Pons, M. E., Hernández, G., Bichindaritz, I., & Corchado, J. M. (2023). OCI-CBR: A hybrid model for decision support in preference-aware investment scenarios. *Expert Systems with Applications*, 211, 118568.
40. Parra-Dominguez, J., Omatu, S., Herrera-Viedma, E., & Corchado, J. M. (2022). Machine learning and traditional econometric models: a systematic mapping study. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 12(2), 79-100.
41. Tang, L., & Meng, Y. (2021). Data analytics and optimization for smart industry. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 157-171.
42. Wang, L., & Alexander, C. A. (2020). Quantum science and quantum technology: Progress and challenges. *Am. J. Electr. Electron. Eng.*, 8(2), 43-50.
43. Makarov, V. O., & Davydova, M. L. (2021). On the concept of regulatory sandboxes. In *"Smart Technologies" for Society, State and Economy* 13 (pp. 1014-1020). Springer International Publishing.

44. Kop, M. (2021). Establishing a legal-ethical framework for quantum technology. *Yale Law School, Yale Journal of Law & Technology (YJoLT)*, The Record.
45. Sobey, C. (2009). A Model of Quantum Economic Development.
46. Bova, F., Goldfarb, A., & Melko, R. G. (2022). Quantum Economic Advantage. *Management Science*.
47. Vasileiou, E. (2021). Are markets efficient? A quantum mechanics view. *Journal of Behavioral Finance*, 22(2), 214-220.



## III SESIÓN ACADÉMICA



## HUMANISMO TECNOLÓGICO Y SUPREMACÍA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL CUÁNTICA



Dr. Enrique López González  
*Académico de Número de la Real Academia  
de Ciencias Económicas y Financieras*

*“Fantástica máquina, la M-5.  
Sin interruptor de apagado”*

-Dr. Leonard McCoy, “The Ultimate Computer”,  
(Star Trek, 8 de marzo de 1968)

*“Los replicantes son como cualquier otra máquina:  
son un beneficio o un peligro.  
Si son un beneficio,  
no es mi problema”*

Rick Deckard, Blade Runner (1982)

*Yo he visto cosas que vosotros no creeríais.  
Atacar naves en llamas más allá de Orión.  
He visto rayos-C brillar en la oscuridad  
cerca de la Puerta de Tannhäuser.*

*Todos esos momentos se perderán en el tiempo,  
como lágrimas en la lluvia.*  
Roy Batty, Blade Runner (1982)

Constituye para mí un motivo de entrañable y sentida gratitud el privilegio que esta Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras me permita participar en esta Jornada de su Encuentro Nacional 2023 en el Colegio Arzobispo Fonseca de la Universidad de Salamanca.

“*Propongo considerar la pregunta: ¿Las máquinas pueden pensar?*” Así comienza el artículo que presentó en 1950 Alan Turing, donde introducía su conocido “Test de Turing”<sup>1</sup>, para discernir lo que se podría considerar una Inteligencia Artificial. La respuesta a esta pregunta precisa definir que es una “máquina” y que es “pensar” y de eso va lo mollar de mi exposición, pero como lo primero va antes, aquí y ahora, permítanme considerar otro interrogante: ¿Acaso todos los caminos conducen a Roma?

Esta es una pemia, conocida sin duda por todos nosotros, que nos recuerda la convergencia de todas las calzadas en la “ciudad eterna”, si bien los romanos la enuncian como “todos los caminos salen de Roma”.

Entonces, aquí y ahora, tanto para los que hemos venido a Salamanca como para nuestros anfitriones, tan excelentes en su hospitalidad como rebosantes de amabilidad, me permito inquirir: ¿Acaso nos encontramos en el kilómetro cero, el *umbilicus urbis*, del humanismo moderno?

Disculpen mi alborozo, este momento es, al menos para mí como profesor e investigador universitario, todo un hito transcendental. Si, porque aquí y ahora nos encontramos en similar vicisitud de las famosas elecciones salmantinas, que junto a las lecciones ordinarias constituyen el ADN prístino de la Escuela de Salamanca, tal como recogen muchas de las anotaciones de los estudiantes de entonces que ahora pueblan en muchas bibliotecas europeas.

Me refiero a una auténtica Escuela, configurada por un modo de hacer y pensar. Una Escuela con relieve sin par, tanto en el tiempo como en el espacio. No en vano en la “*Aproximación bibliográfica a la(s) Escuela(s) de Salamanca*”, publicada en 2008 por Miguel Anxo Pena González<sup>2</sup>, se referencian más

---

1 A. M. Turing (1950) Computing Machinery and Intelligence. Mind 49: 433-460. Accesible en <https://web-archive.southampton.ac.uk/cogprints.org/499/1/turing.html>

2 Miguel Anxo Pena González (2008) Aproximación bibliográfica a la(s) “Escuela(s) de Salamanca”. DOI:10.13140/RG.2.1.2679.3848/1. Accesible en [https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Pena-Gonzalez/publication/301485007\\_Aproximacion\\_bibliografica\\_a\\_las\\_](https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Pena-Gonzalez/publication/301485007_Aproximacion_bibliografica_a_las_)

de 6100 entradas, avalando el vasto espectro tanto de integrantes como de los campos del saber de la archiconocida Escuela de Salamanca y donde el buen hacer como maestro y sabio de su fundador, el fraile dominico Francisco de Vitoria (cuyo segundo apellido, Compludo, deja bien a las claras el origen berciano maternal), forjó una comunidad de saberes con indeleble sello humanista. Para él, el orden natural se basaba en la libertad de circulación de personas, bienes e ideas. Sus aportaciones doctrinales giran en torno a la dignidad y los problemas morales de la condición humana.

Como botón de muestra, dado el momento actual de la terrible, obscena e inaceptable guerra-invasión de Ucrania, permítanme traer a colación una de las más conocidas de sus relecciones, la relección sobre el “Jure Belli”<sup>3</sup>, donde presenta los 3 cánones que pilastran el derecho internacional, a saber:

*“Primera regla: Supuesto que el príncipe tiene autoridad para hacer la guerra, lo primero de todo no debe buscar ocasión y pretextos para hacerla, sino que, en cuanto le sea posible, debe guardar paz con todos los hombres. como lo prescribe San Pablo en su Epístola a los Romanos. Debe de pensar que los otros hombres son prójimos nuestros, a quienes estamos obligados a amar como a nosotros mismos, y que todos tenemos un Señor común ante cuyo tribunal habremos de rendir cuentas. Porque es la mayor de las inhumanidades buscar y complacerse con las ocasiones para matar y perder a hombres que Dios creó y por quienes murió Cristo. Así, pues, por el contrario, conviene no llegar a la guerra sino forzado y contra la propia voluntad.*

*Segunda regla. Demostrado que es indispensable la guerra, en virtud de justas causas, debe proceder en ella, no para ruina y perdición de la nación a quien se hace, sino para la consecución de su derecho y para*

---

Escuelas\_de\_Salamanca/links/5723a77808ae262228aa71af/Aproximacion-bibliografica-a-las-Escuelas-de-Salamanca.pdf

<sup>3</sup> Francisco de Vitoria (1975) Relecciones sobre los indios y el derecho de guerra” Colección Austral, 3ª edición. Espasa Calpe, Madrid. Accesible en <https://www.uv.es/correa/troncal/resources/Relectio-prior-de-indis-recenter-inventis-Vitoria.pdf>

*defensa de la patria y de la propia república y para que por dicha guerra se llegue a conseguir la paz y la seguridad.*

*Tercera regla. Obtenida la victoria y terminada la guerra, conviene usar del triunfo con moderación y modestia cristiana, y que el vencedor se considere como juez entre dos repúblicas, una ofendida y otra que hizo la injuria, para que de esta manera emita su sentencia no como acusador, sino como tal juez, de manera que, aunque su fallo haya de satisfacer a la nación agraviada, sea, en cuanto sea posible, con el menor daño y perjuicio para la nación ofensora. Bastante es que sean castigados los culpables, en lo que sea debido. Mayormente que las más de las veces entre los cristianos, toda la culpa es de los príncipes. Porque los súbditos pelean de buena fe por sus príncipes; y es una iniquidad que, como el poeta dice: Por los delirios de sus reyes, giman los aqueos”.*

Resulta fácil reconocer, “como al león por sus garras”, toda la finura expositiva del dominico que, como todo lo clásico, evidencia la rima de la historia.

Sintetizando, cabe señalar que Francisco de Vitoria, junto con el resto de integrantes de la Escuela de Salamanca, en su búsqueda de las leyes universales que gobiernan la forma en que funciona el mundo, exploraban las regularidades en el orden social y producían patrones de justicia para actuar sobre él y, así, renovaron la teología, sentaron las bases del derecho de gentes moderno y del derecho internacional. Y también se erigieron en la primera corriente de pensamiento de carácter económico en su intento de explicar el mundo que les rodeaba, enfocándose en los problemas morales derivados del entonces emergente sistema comercial y de la mentalidad neo-mercantilista generada en Europa durante la Modernidad y el descubrimiento de América.

Además, el epítome humanista que enmarca la Escuela de Salamanca no se sostiene en criterios únicos ni esencialistas, sino en la variedad y riqueza que da el reconocimiento de la diversidad infinita de lo circunstancial o con-

textual, y en todo aquello que apela realmente a los valores humanos, siempre variables, abiertos y cambiantes, y no sólo quedarse en abstracciones desconectadas por completo de las particularidades de la vida humana, típicas de las teorías racionalistas rígidas.

Por contra, las premisas del pensamiento humanista se basan en el reconocimiento del valor y la importancia de las condiciones particulares que rodean la vida de las personas, de los pueblos, de las naciones, de los valores mismos, y del paso de la historia sobre todo esto, lo que suscita el interés por enfocarse en las realidades y entornos que pudieran no ser estables o lineales, en la pluralidad y la complejidad, en las casuísticas peculiares, en las pinceladas gráciles, en los canjes de perspectiva, y por eso, precisamente, las obras de los humanistas nunca son iguales entre sí, ni comparten un único modelo ni un único esquema estructural rígido, como acontece habitualmente en todo sistema racionalista-mecanicista o en las visiones dogmáticas, bien religiosas o ideológicas.

Las anteriores líneas me permiten compartir entonces el otro motivo de júbilo mencionado en el exordio, se trata de un fuerte sentimiento de pertenencia a la causa humanista que, aquí y ahora, en esta Casa de Estudios, se hace más patente gracias a los derroteros que me han encaminado mi curiosidad y ardor investigador en mi intento de posicionamiento en la frontera de los estudios interdisciplinarios, centrados en el diseño de sistemas de información para la toma de decisiones en entornos inciertos, complejos o no lineales, donde el conocimiento que se dispone del comportamiento de las variables resulta subjetivo, impreciso o ambiguo, esto es, con valoraciones subjetivas, etiquetas lingüísticas o números borrosos, advirtiendo entonces la conveniencia de incluir el “principio simultaneidad gradual”, tan alejado del estrecho “tercio excluso” Aristotélico y de otras severas simplificaciones racionalistas, tal y como lo enunció hace 3 décadas el Prof. Dr. Gil Aluja<sup>4</sup>, nuestro primoroso presidente y cabeza visible de la Escuela de Economía Humanista de Barcelona.

---

4 Gil Aluja, J. (1996) Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión. Actas del III Congreso Internacional SIGEF. Buenos Aires 10-13 Noviembre.

A tenor de lo anterior cabe observar entonces como la característica propia de la humanidad en su búsqueda de libertad y felicidad siempre ha constituido un fuerte impulso por actualizar y automatizar todo. Desde los días de las máquinas sumadoras mecánicas, los humanos hemos resuelto problemas codificando la lógica en circuitos mecánicos o electrónicos para resolver problemas matemáticos. De hecho, todo lo que hace una computadora cabe representarlo como un problema matemático. Y es aquí que entra en juego la computación cuántica ya que puede resolver problemas que son demasiado complejos para la computación clásica, especialmente sobresale en problemas en los que las computadoras clásicas pueden verificar una respuesta, pero tienen dificultades extremas para encontrar la respuesta precisa entre miles de millones de otras posibilidades.

La computación cuántica aprovecha los principios de la mecánica cuántica para realizar cálculos que están más allá del alcance de las computadoras clásicas. Mientras que las computadoras clásicas operan con bits que solo pueden estar en uno de dos estados (0 ó 1), las computadoras cuánticas usan bits cuánticos, o qubits, que pueden existir en una superposición de estados, incluyendo entrelazamiento e interferencia para realizar cálculos matemáticos que van más allá de las capacidades incluso de las supercomputadoras más modernas. Esta capacidad, esta supremacía, marca la transición de las computadoras cuánticas de la curiosidad científica a los dispositivos útiles.

Las tecnologías de información cuántica como los sistemas inteligentes de aprendizaje son tecnologías emergentes que con reconocida probabilidad tendrán un impacto transformador en nuestra sociedad en el futuro. Los respectivos campos subyacentes de la investigación básica (información cuántica versus inteligencia artificial) tienen sus propias preguntas y desafíos propios y específicos que hasta el momento se han investigado en gran medida de forma independiente.

Sin embargo, en un cuerpo creciente de trabajos recientes, los investigadores han estado descubriendo cómo los resultados y las técnicas de un campo

pueden emplearse para resolver los problemas del otro, y viceversa. Surgiendo así la denominada “inteligencia artificial cuántica” (IAC, o QAI, en inglés) como un ámbito de estudio interdisciplinario que se enfoca en el desarrollo de herramientas de información cuántica para inventar algoritmos que pudieran resolver problemas en inteligencia artificial.

Las computadoras convencionales tienen ciertas limitaciones. La Ley de Moore <sup>5</sup>, que plantea que el poder de cómputo se duplica cada dos años, está llegando a su fin lentamente, debido a las barreras tecnológicas fundamentales relacionadas con una mayor miniaturización. Además, los ordenadores están operando linealmente (procesando tarea tras tarea) y la posible paralelización de los cálculos también se encuentra restringida por la Ley de Amdahl <sup>6</sup>. Tomar esos dos factores juntos significa que abordar problemas de la vida real realmente difíciles o simplemente datos realmente grandes necesitará un cambio de paradigma informático.

En otras palabras, el principal problema subyacente es la limitación de las capacidades informáticas en la actualidad para ejecutar algoritmos pesados. De hecho, aunque la potencia de los equipos ha aumentado 10 veces en los últimos treinta años, la complejidad y el tamaño de nuestros conjuntos de datos están aumentando más rápido, ejercitando una presión considerable en nuestro tejido informático, ya que poder procesar datos masivos (Big Data) significa que se dispone de acceso a conjuntos de datos increíblemente grandes sobre “todo”, pero, el análisis de grandes datos en un nivel granular es casi imposible para los ordenadores actuales. Encontrar datos correlacionados con Big Data es como tratar de encontrar una aguja en un pajar. Además, ciertos patrones pueden no ser obvios para la investigación, pudiéndose perder datos importantes en un mar de ruido.

El advenimiento del Big Data conlleva el crecimiento constante y continuo de la información que se necesita almacenar y, tal como se encuentra el

---

5 [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Moore](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Moore)

6 [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Amdahl](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Amdahl)

estado del arte de las tecnologías de la información, se precisa que haya más unos y ceros, más transistores para procesarlos. Cuanto más complejo es el problema más tiempo lleva su resolución, pues, en su mayor parte, las computadoras convencionales se limitan a hacer una cosa a la vez. Un problema que requiere más energía y tiempo del que pueden acomodar las computadoras de hoy se denomina “un problema insoluble”, el tipo de problema que las máquinas cuánticas tienen previsto resolver (ventaja cuántica).

Resulta factible pensar entonces que el ayuntamiento entre la inteligencia artificial y la ciencia de la información cuántica probablemente supondrá una simbiosis mutualista, similar una interrelación entre especies diferentes, donde ambas cooperan beneficiándose recíprocamente, como la abeja y la flor o el pez y la anémona: Las potentes máquinas cuánticas podrán manejar conjuntos de datos masivos y la inteligencia artificial podrá analizar grandes datos a nivel granular.

Ante la necesaria restricción de espacio en esta obra colectiva, en lo que sigue, el presente ensayo se enfoca en la denominada “computación cuántica”, que si bien se ha desarrollado bastante tiempo atrás no ha sido hasta los últimos años cuando ha dejado de ser teórica para convertirse en una realidad.

En este sentido, cabe resaltar el importante hito histórico que supuso el artículo publicado en *Nature*<sup>7</sup> el 23 de octubre de 2019 que cubría el anuncio de Google de que su computadora cuántica había realizado un cálculo en tres minutos y 20 segundos, y que el mismo cálculo tomaría la computadora clásica más avanzada de hoy en día alrededor de 10,000 años. Atestiguaron que el resultado fue que habían logrado la hazaña de ciencia ficción conocida como “*supremacía cuántica*”: su máquina cuántica podía resolver efectivamente un problema que una computadora clásica no podía.

---

<sup>7</sup> Arute, F. *et al.* “Quantum supremacy using a programmable superconducting processor”. *Nature* (2019) 574, 505–510. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1666-5>. Accesible en <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1666-5>

Ese mismo día, el *Washington Post* ofreció una descripción de la importancia de tal circunstancia: “*El logro se ha comparado con el primer vuelo de 12 segundos de los hermanos Wright en Kitty Hawk, un vistazo temprano y aspiracional de una revolución por venir. Al proporcionar una potencia de cálculo exponencialmente mayor que las máquinas que utilizamos hoy en día, las computadoras cuánticas podrían algún día transformar la forma en que comunicamos ideas, ocultamos datos y comprendemos el universo. El resultado también es una medalla (“feather in the cap”) para Google y los Estados Unidos, porque se espera que la tecnología cuántica confiera enormes ventajas de seguridad económica y nacional a quien pueda dominarla primero*”<sup>8</sup>.

Por tanto, y al objeto de llevar a cabo una aproximación a la tecnología cuántica, puede resultar de interés tanto conocer cómo funciona como cuáles son las diferencias con los ordenadores tradicionales, para lo cual cabe mencionar lo que dijo el Premio Nobel W.D. Phillips: “*las computadoras cuánticas son tan diferentes de las computadoras digitales de hoy como las computadoras de hoy lo son del ábaco*”<sup>9</sup>.

Intentar explicar, en este momento, para qué se puede emplear la “*computación cuántica*” pudiera parecerse al reto de pretender similar tarea, pero a fines del siglo XIX, respecto de la electricidad: En aquel entonces se podía saber que la electricidad podría proporcionar luz, lo cual, probablemente parecía una gran cosa, pero ¿se hubiera podido entonces imaginar el impacto colosal que ha tenido en nuestras vidas y nuestro mundo?

En la década de los años 80 de hace 2 siglos, sí que sería factible que hubiera alguien que pudiera explicar convincentemente qué era la electricidad, cómo funcionaba e, incluso, predecir cuándo estaría ampliamente disponible, pero si se le cuestionase entonces para qué “terminaría” siendo utilizada, con una alta probabilidad se restringiría a una lista muy corta de usos relacionados con fábricas y... farolas.

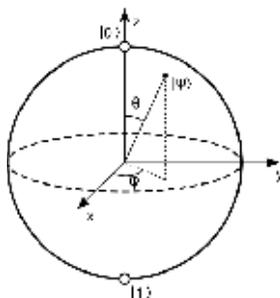
8 <https://www.washingtonpost.com/science/2019/10/23/google-scientists-say-theyve-achieved-quantum-supremacy/>

9 [https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/2017/05/09/Carl\\_VCAT\\_QIS\\_Final.pdf](https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/2017/05/09/Carl_VCAT_QIS_Final.pdf)

Solo un ejemplo ilustrativo adicional en este acercamiento al tema: cabe imaginar el caso de una baraja española, con las cartas entremezcladas después de barajar de forma profusa, donde interesa conocer donde se encuentra el “as de oros”, una de las 40 cartas. Para encontrarlo, posiblemente se podría comenzar a pasar las cartas una por una. Un ordenador convencional está diseñado para adoptar el mismo enfoque para resolver este problema, aunque mucho más rápido que un humano. Pero, ¿y si se pudiera encontrar el “as de oros” en el primer intento cada vez? Este es el tipo de potencia habilitada por las máquinas cuánticas.

Recordar las dos teorías generales de física utilizadas para explicar la forma en que funciona el universo puede ser de auxilio para facilitar la comprensión del objeto de estudio. Por un lado, la teoría de la relatividad general explica “*todo*”: la forma en que funciona la materia grande, incluidas las fuerzas gravitacionales y cómo se comportan los objetos en el espacio y el tiempo. Por otro, la mecánica cuántica busca explicar el comportamiento de cosas muy pequeñas. Un mundo de materia que está aislado de su entorno, en lugar de funcionar en relación con él: un mundo de átomos y partículas subatómicas, cuyo comportamiento puede resultar contraintuitivo, contradiciendo directamente nuestras observaciones a nivel de superficie sobre la naturaleza. Por ejemplo, los átomos, fotones y electrones pueden ser ondas y partículas al mismo tiempo y pueden conectarse entre sí a través del espacio.

Curiosamente, son estas propiedades particulares de la materia cuántica (cómo se comportan las cosas muy pequeñas en el espacio y el tiempo) las que están impulsando una nueva generación de tecnologías cuánticas con un enorme potencial para la informática: una forma completamente nueva de pensar y construir “*nuevas computadoras*”. Así es, la primera diferencia fundamental que cabe resaltar proviene de la forma en que las máquinas cuánticas procesan la información, para lo cual utilizan unidades mínimas de información, los “*cúbits*” (*qubits*), muy diferentes de los conocidos “*bits*” (Ver Imagen 1).

**Imagen 1**<sup>10</sup>

Aunque un ordenador convencional facilita la realización de muchas cosas increíbles, “debajo del capó” es realmente una calculadora que usa una secuencia de bits, esto es, cualquier elemento del mismo está escrito (almacena información) en un código binario (1 ó 0) que se traduce en pulsos eléctricos: si el voltaje es alto se representa en 1, si es más bajo se representa en 0. De esta forma, la velocidad y la potencia de los ordenadores actuales se encuentran bajo los límites físicos de sus unidades de conmutación y memoria, conocidas como transistores, que son los que llevan a cabo sus funciones, ya que los transistores son básicamente interruptores de encendido y apagado para el flujo de electrones en las computadoras (el principio newtoniano de que la materia solo puede estar en un lugar o en un estado al mismo tiempo).

La tecnología cuántica busca aprovechar las distintas propiedades de los átomos, fotones y electrones para construir herramientas más potentes para procesar la información. En efecto, la informática cuántica (permítame amable lector sugerir como denominación de la misma la palabra “*cubitomática*” y “*qubitomatics*”, en inglés) promete una forma de evitar esta limitación a través de las peculiaridades de la física cuántica, para lo cual utiliza bits cuánticos, o “*cúbits*”, que se basan en propiedades “*extrañas*” de la física cuántica que permiten que una partícula exista en múltiples estados a la vez.

<sup>10</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%BAbit>

Por tanto, a diferencia de los bits blanquinegros de los ordenadores convencionales, los nuevos bits, conocidos como bits cuánticos (cúbits), pueden ser 1, 0 ó 1 y 0 a la vez, superponerse y entrelazarse según las leyes físicas. Precisamente, el que los ‘cúbits’, a diferencia de los ‘bits’, puedan existir en más de un estado a la vez, puedan influenciarse de forma mutua instantáneamente desde grandes distancias y puedan actuar como partículas y ondas de forma simultánea, plantea la posibilidad de crear el potencial para realizar cálculos de forma simultánea y buscar propiedades compartidas y así desarrollar cálculos que no pueden hacer las computadoras tradicionales <sup>11</sup>.

Pero, la verdadera “*magia*” de los cúbits es que, a diferencia de los bits clásicos, su poder computacional se escala exponencialmente. Una máquina de dos cúbits puede hacer cuatro cálculos simultáneamente. Una máquina de tres cúbits puede realizar ocho cálculos, etc. Y una máquina cuántica de 300 cúbits podría realizar más cálculos que átomos en el universo observable.

Esta característica, conocida como “*Ley de Neven*” <sup>12</sup> que establece que el poder de la computación cuántica está experimentando un “crecimiento doblemente exponencial en comparación con la computación convencional”, combinada con otros atributos peculiares, es lo que hace que las máquinas cuánticas sean particularmente poderosas.

Una observación adicional: en la computación convencional se crean soluciones a problemas gracias al lenguaje de computación (‘AND, OR NOT’)

---

<sup>11</sup> La posibilidad de que cada cúbit pueda existir en un estado cero y uno al mismo tiempo es un fenómeno conocido como “*superposición*” que presenta una notable propiedad: si la máquina cuántica tiene dos bits cuánticos, hay cuatro estados posibles que puede colocar en superposición, y estos crecen exponencialmente. Con 333 cubits hay  $2^{333}$ , o  $1.7 \times 10^{100}$  (un Googol) estados computacionales que puede colocar en superposición, lo que permite que una computadora cuántica explore simultáneamente un rico espacio de muchas posibles soluciones a un problema. El fenómeno cuántico conocido como “*entrelazamiento*” se refiere a una propiedad en la que el comportamiento de una partícula puede influir en otra incluso cuando no están físicamente conectadas.

<sup>12</sup> <https://www.sciencealert.com/why-it-might-be-too-soon-for-a-moore-s-law-for-quantum-computers>

con el que se escribe programación. Sin embargo, en la actualidad, a diferencia de la informática clásica, no existe un “*lenguaje computacional cuántico*” como tal. Los investigadores trabajan en desarrollar algoritmos que puedan dar soluciones concretas a problemas planteados.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de EE. UU. (NIST) mantiene una página web titulada “*Quantum Algorithm Zoo*” que contiene descripciones, a principio del mes de marzo de 2023, de 64 tipos de algoritmos cuánticos <sup>13</sup>.

Por otro lado, “*QuantumComputingReport.com*”, un sitio web de la industria, enumera 286 empresas privadas, a fecha de inicios de marzo de 2023, que afirman estar trabajando en tecnología cuántica <sup>14</sup>.

En resumen, nos encontramos ante una forma de computación completamente nueva. Nueva por dentro y por fuera. No es una versión mejor, más rápida o más barata de la última generación de computadoras de primavera, ni un aumento velocidad, ni una pantalla de mayor resolución o más memoria RAM. Se trata de una tecnología completamente diferente a cualquier forma de ordenador conocida en el mercado informático. Y, atendiendo a la sabiduría encerrada en la famosa frase “como muestra un botón”, en la Imagen 2 (a y b), donde se incluyen dos conocidas máquinas cuánticas, puede observarse como ni siquiera tienen pantallas, teclados o procesadores, como es costumbre en las computadoras convencionales.

En ambos casos, se puede advertir una máquina en forma de campana recubierta de cables de cobre y guardada en un cubículo de vidrio, ya que requieren una cámara criostática, básicamente un refrigerador para partículas subatómicas, donde se mantienen más frías que el espacio exterior. Las partículas cuánticas son la fuente de los cúbits que realizan operaciones dentro de la cámara y los resultados se transmiten a un lector afuera.

---

13 <https://quantumalgorithmzoo.org/>

14 <https://quantumcomputingreport.com/players/privatestartup/>

Una consideración adicional de apreciación personal para tan solo indicar que, al participar de la opinión de que ni siquiera se debería utilizar la denominación de “computadores” para citar a las máquinas cuánticas, también me permito proponer el neologismo de “cubitinas” (“qubithing”, en inglés) para denominar a estas “cajas mágicas” cuánticas, en la intuición de que al enunciarse de forma diferente se facilita la imaginación, o al menos se evita limitar nuestro pensamiento, sobre lo que se puede hacer con ellas.

**Imagen 2**



Imagen 2 (a) Syncamore – Google <sup>15</sup>

Imagen 2 (b) IBM Q <sup>16</sup>

Finalmente, en un intento de síntesis, y en coherencia con lo ya señalado, cabe añadir que la “cubitomática” se puede aplicar para acelerar los algoritmos de aprendizaje automático utilizados con conjuntos de datos que crecen exponencialmente. Esto será cada vez más importante para desbloquear el valor de los datos, ya que las decenas de miles de millones de dispositivos en Internet de las Cosas llevan el volumen de datos disponibles a dimensiones colosales.

---

<sup>15</sup> Fuente: [www.macleans.ca/wp-content/uploads/2019/11/QUANTUM-COMPUTING-GOOGLE-1472x1472.jpg](http://www.macleans.ca/wp-content/uploads/2019/11/QUANTUM-COMPUTING-GOOGLE-1472x1472.jpg)

<sup>16</sup> Fuente: [cdn.neow.in/news/images/uploaded/2019/09/1567529683\\_leadspace-background.jpg](http://cdn.neow.in/news/images/uploaded/2019/09/1567529683_leadspace-background.jpg)

Así, por ejemplo, una clase de problemas en los que las máquinas cuánticas tienen una ventaja de velocidad significativa es el modelado de moléculas grandes para comprender interacciones específicas y procesos químicos. Para los científicos que intentan diseñar un compuesto que se adhiera y modifique una vía de enfermedad objetivo, el primer paso crítico es determinar la estructura electrónica de la molécula. Pero modelar la estructura de una molécula de una droga cotidiana como la penicilina, que tiene 41 átomos en estado fundamental, requiere una computadora clásica con unos  $10^{86}$  bits, más transistores que átomos en el universo observable, por lo que tal máquina no puede existir por imposibilidad física. Por el contrario, para las cubitinas, este tipo de simulación está dentro del alcance de la posibilidad, ya que requiere un procesador con 286 bits cuánticos, pudiéndose crear un gemelo cuántico (en lugar de uno digital), o aplicar simulación, y modelar los procesos cuánticos involucrados a nivel subatómico.

A este respecto, en la Imagen 3 se pueden observar cuatro tipos de problemas donde la comunidad experta en el tópico aspira a poder demostrar la ventaja radical de las cubitinas sobre las computadoras clásicas, para resolver aquellos problemas computacionales que típicamente impiden abordar numerosos desafíos científicos y comerciales en un número creciente de industrias, debido a la inmensa densidad de requerimientos de información que demandan.

**Imagen 3** <sup>17</sup>

Tipo de problema	De utilidad para...	Las aplicaciones industriales incluyen...
Optimización combinatoria	Minimizar o maximizar una función objetivo, como encontrar la asignación de recursos más eficiente o la distancia total más corta entre un conjunto de puntos (p. e., el problema del vendedor ambulante)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de la red (p. e., aerolíneas, taxis)</li> <li>• Optimización de la cadena de suministro y logística.</li> <li>• Optimización de cartera en servicios financieros.</li> </ul>

*Cont...*

<sup>17</sup> Fuente: Langione, M. *et al.* (2019) “Where Will Quantum Computers Create Value—and When?” Boston Consulting Group. May 13. Accesible en <https://www.bcg.com/publications/2019/quantum-computers-create-value-when.aspx>

Tipo de problema	De utilidad para...	Las aplicaciones industriales incluyen...
Ecuaciones diferenciales	Modelar el comportamiento de sistemas complejos que involucran leyes fundamentales de física (p. e., Navier Stokes para dinámica de fluidos y química)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulaciones de dinámica de fluidos para diseño automotriz y aeronáutico y dispositivos médicos (p. e., análisis de flujo sanguíneo)</li> <li>• Simulación molecular para el diseño de materiales especializados y el descubrimiento de fármacos.</li> </ul>
Álgebra lineal	Las tareas de aprendizaje automático que implican la diagonalización de la matriz, como la agrupación en clúster, la coincidencia de patrones y el análisis de componentes principales, así como las máquinas de vectores de soporte, que son ubicuas en aplicaciones en todas las industrias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de riesgos en finanzas cuantitativas.</li> <li>• clasificación de secuencia de ADN</li> <li>• Marketing y segmentación de clientes.</li> </ul>
Factorización	Criptografía y seguridad informática, donde los protocolos más comunes en la actualidad (p. e., RSA) se basan en la inviabilidad (para computadoras clásicas) de factorizar el producto de dos números primos grandes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descifrado y ruptura de código (p. e., para gobiernos)</li> </ul>

La Imagen 3 podría servir de ayuda en la evaluación del posible impacto de la cubitomática, para ello se podrían conectar los tipos de “ventajas cuánticas” con los “*puntos de dolor*” de las industrias o actividades particulares, pues cada punto de dolor supone un “*cuello de botella*” para el que puede haber múltiples soluciones o un conjunto latente de ingresos que se puede aprovechar de muchas formas, algunas ni siquiera susceptibles de imaginar.

De acuerdo con lo anterior, y a los efectos de la presente disertación, la inteligencia artificial cuántica presenta la promesa de ayudar a la humanidad a

enfrentar muchos desafíos importantes, desde resolver preguntas de larga data en la ciencia hasta superar obstáculos para mejorar la eficiencia industrial, las computadoras cuánticas podrían incluso ser la respuesta a problemas que aún ni imaginamos. Las oportunidades para la sociedad y la economía son potencialmente ilimitadas. También la IAC puede ayudar a acelerar la respuesta a futuras pandemias y a la proliferación de enfermedades debilitantes que afectan a millones de personas, mediante simulaciones químicas para el descubrimiento y desarrollo de fármacos.

Asimismo, la IAC tendrá la capacidad de aumentar la precisión de la simulación de la dinámica de fluidos computacional, lo que permitirá enfoques de menor costo para mejorar el diseño de fabricación. Y podría ayudar a optimizar las estrategias de inversión de cartera, utilizando técnicas de modelado avanzadas que pueden analizar mejor el comportamiento de mercados financieros complicados.

Parece claro entonces que, con la simbiosis entre la cubitomática y los flujos de trabajo de la inteligencia artificial, la lista de industrias afectadas se expandiría dramáticamente, con aplicaciones destacadas dondequiera que las capacidades predictivas (aprendizaje supervisado y aprendizaje profundo), análisis de componentes principales (reducción de dimensiones) y análisis de agrupamiento (para detección de anomalías) proporcionen una ventaja sustancial.

A modo de ejemplo, cabe señalar el caso de uso que se encuentra en el Idioma: La Inteligencia Artificial clásica emplea técnicas de procesamiento de lenguaje natural que es una técnica costosa y que requiere mucho tiempo de cómputo, pues sus algoritmos operan sobre la base de letras y palabras. Así ocurre, por ejemplo, con la conocida “chatGPT” que “sencillamente” lo que hace es agregar una palabra cada vez, esto es, lo que hace esencialmente es simplemente preguntar una y otra vez “dado el texto hasta ahora, ¿cuál debería ser la siguiente palabra?”, y cada vez agrega una palabra. Sin embargo, la IAC pudiera estar destinada a establecer la idea de “conciencia cuántica”, lo que

también se conoce como “el difícil problema de la conciencia” suscitado al preguntarse por qué y cómo los humanos tienen “*qualia*” y cuya profundidad y complejidad filosóficas exceden cuando menos los límites de esta disertación.

Al objeto de tener una visión holística y mínimamente prospectiva que pudiera mapear la realidad tecnológica que se avizora, cabe añadir la necesaria inclusión simbiótica a las tecnologías antes descritas de las comunicaciones móviles 6G que difícilmente cabe suponer consistirá en una mera exploración de más espectro en bandas de alta frecuencia, con la “desaparición” de la latencia. La literatura apunta más bien a una nueva convergencia tecnológica impulsada por emocionantes servicios subyacentes.

Así, por ejemplo, en “Comunicaciones en la era 6G” Viswanathan y Mogensen <sup>18</sup> esperan la transformación humana en la era 6G mediante la unificación de experiencias en los mundos físico, biológico y digital, en lo que denominan la “red con sexto sentido”. Según estos autores, la combinación de las capacidades de detección multimodal con las tecnologías cognitivas habilitadas por la plataforma 6G permitirá analizar los patrones de comportamiento y las preferencias de las personas e incluso las emociones, creando entonces un sexto sentido que “anticipa” las necesidades del usuario y permite interacciones con el mundo físico de una forma mucho más amplia e intuitiva.

Estamos, pues, en el albor de una nueva era que ofrece la promesa de abundancia de cálculo, información y comunicación, pero también existe el peligro que planteó George Orwell en su novela *1984*: ¿controlaremos estos sistemas o nos controlarán a nosotros?

*1984* es recordada por su descripción del “estado de vigilancia”, aunque Orwell también escribió sobre la idea de que el control estatal se ejercería

---

18 H. Viswanathan and P. E. Mogensen, (2020) “Communications in the 6G Era,” in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 57063-57074, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2981745. Accessible en <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9040431>

reduciendo el lenguaje hablado y escrito humano, para que fuera más difícil expresarse y, así, poder concebir ideas alternativas. Se trataba de un lenguaje ficticio, la “nueva lengua”, que efectivamente limitaba la libertad de pensamiento y la autoexpresión.

Sin embargo, cabe hacer notar como Andrej Karpaty, el que fuera director de Inteligencia Artificial de la empresa automovilística Tesla y miembro de *OpenAi*, el creador de la Inteligencia Artificial Generativa “chatGPT”, en su cuenta de la red social Twitter dejó escrito el 24 de enero de 2023 que “el lenguaje más candente de programación es el inglés”.

Lo cual dista mucho de aquel mundo distópico orweliano, si bien, aquí y ahora, aún a riesgo de exceder los límites del objeto de la presente defensa, sí que debería sugerirnos una reflexión acerca del papel de nuestra propia lengua en este marasmo tecnológico.

Pero, además de la fuente orweliana, es aquí donde, una vez más, Francisco de Vitoria y sus epígonos toman de nuevo plena actualidad. Quizás sea hora de volver a tener en consideración aquel “desprecio” de la Escuela de Salamanca por los oligarcas, los monopolistas, los nuevos reyes que pudieran encarnar la posible Inteligencia Artificial Cuántica distópica de los cuales conviene emanciparse a la par que asirse de mapas morales para cuando la humanidad forme parte de este nuevo Parque Jurásico.

No en vano, en el capítulo 5 “programas que escriben programas” del libro de James Barrat “Nuestra invención final: La inteligencia artificial y el fin de la era humana”, publicado en 2013, se señala: “Alrededor de 2030, menos de una generación a partir de ahora, nuestro desafío podría ser cohabitar la Tierra con máquinas superinteligentes y sobrevivir”<sup>19</sup>.

---

19 James Barrat (2013) “Our Final Invention \_ Artificial Intelligence and the End of the Human Era”. Thomas Dunne Books

Precisamente, es este humanismo tecnológico el que nos permitirá cartografiar todos los esfuerzos que la IAC puede realizar y que nunca los humanos ni siquiera nos atrevimos a imaginar que podríamos llevar a cabo. Recordándonos que la IAC no decide, nosotros decidimos para qué queremos estas poderosas herramientas y cómo podemos emplearlas para lograr unir el impulso de la humanidad por actualizar y automatizar todo, hasta la propia biología humana, con nuestra búsqueda eterna de libertad y felicidad.

A este respecto, no quisiera saldar mi alocución sin mencionar lo que pudiera parecer un tropismo propio de mi séstil condición de contable, pero estimo que gran parte de los problemas previsibles que pudiera acarrear el advenimiento de la supremacía de la Inteligencia Artificial Cuántica, con los esteroides de la 6G, se podrían abordar sencillamente como se acometen las mejores versiones humanas, esto es, con responsabilidad recíproca, permitiendo florecer la transparencia y la rendición de cuentas.

Hasta aquí el nudo central de mi alegato, pero, sin ánimo de perorar, permítanme concluir, ya que estamos aquí y ahora, disfrutando la generosa hospitalidad de la prima y prez Universidad de España y, con ello, del mundo mundial, volviendo al inicio de mi disertación, eso sí, modificando el objeto de la pregunta inicial.

Aquí y ahora les planteo un interrogante: ¿Se sabe, acaso existe negro sobre blanco, una explicación o hipótesis de la razón de la creación del Estudio General Salmantino?

Tengo para mí, a la luz de la conocida Teoría del profesor Gil Aluja de los “efectos olvidados”<sup>20</sup>, que la Casa de Estudios salmantina bien pudiera ser un ejemplo preclaro de “efecto olvidado”, concretamente el resultado del “mayorazgo”, aquel rancio sistema de reparto de bienes que beneficiaba al mayor o

---

20 Arnold Kaufmann y Jaime Gil Aluja (1988) “Modelos para la investigación de efectos olvidados”. Santiago de Compostela. Milladoiro. Accesible en <http://www.fuzzyeconomics.com/pdf/03%20olvidados.pdf>

primogénito de los hijos, de forma que el grueso del patrimonio de una familia no se diseminaba, y relegaba a los hijos “segundones” a emprender la carrera eclesiástica.

La respuesta por mi sugerida, sólo es una opinión personalísima y no he intentado buscar evidencias bibliográficas que avalen el aserto, pero creo que para sustentarla me bastaría, si ello fuera posible, de otra “relección”.

Si se diese el caso, en un intento de emulación de la retórica esgrimida por el maestro de maestros Francisco de Vitoria y Compludo, trataría de hacer una ilación con una posible relación de causalidad con las implicaciones de esta otra cuestión: ¿Por qué existen en Salamanca más y grandes edificios civiles del medievo que en León, cuando entonces era la capital imperial?

Por el momento, ya he abusado de su benevolente amabilidad.

Eso sí, les cuento que este texto fue compuesto por un humano.

Vale.



# CAPÍTULO I. EMPRESA FAMILIAR: SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO RURAL<sup>1</sup>



Dr. Julio Pindado

*Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad  
de la Universidad de Salamanca*

## I.1 ¿Quién es empresa familiar?<sup>1</sup>

En primer lugar, quiero dejar claro que es una empresa familiar. Aunque hay muchas definiciones, vamos a partir del concepto de empresa familiar que en el 2008 se aprobó por las dos principales instituciones internacionales representantes de la empresa familiar (Grupo Europeo de Empresas Familiares y Family Business Network), resultando la siguiente definición:

“Una compañía, tenga el tamaño que tenga, es empresa familiar si:

1. La mayoría de los votos son propiedad de la persona o personas de la familia que fundó o fundaron la compañía; o, son propiedad de la persona que tiene o ha adquirido el capital social de la empresa; o son propiedad de sus esposas, padres, hijo(s) o herederos directos del hijo(s).
2. La mayoría de los votos puede ser directa o indirecta.
3. Al menos un representante de la familia o pariente participa en la gestión o gobierno de la compañía.

---

<sup>1</sup> Julio Pindado es Catedrático de Universidad, Director de la Cátedra de Empresa Familiar, Director del Executive MBA, Director del Departamento de Administración y Economía de la Empresa y Director de la Unidad de Excelencia “Gestión Económica de la Sostenibilidad” (GECOS) del Instituto Multidisciplinar de Empresa (IME) de la Universidad de Salamanca.

4. A las compañías cotizadas se les aplica la definición de empresa familiar si la persona que fundó o adquirió la compañía (su capital social), o sus familiares o descendientes poseen el 25% de los derechos de voto a los que da derecho el capital social.”

Esta definición ha sido también adoptada por el Instituto de Empresa Familiar en España por lo que será la que consideraremos nosotros. Porque considera dos características que deben ser tenidas en cuenta para un adecuado funcionamiento de la empresa familiar. La primera es que la propiedad que debe estar en manos de una familia. La segunda característica es que la familiar al menos tendrá un representante en el consejo de administración. Esto es, tiene implicaciones importantes de cara a la relación de la familia con la empresa, y a la necesidad de órganos de gobierno de la familia para la adecuada gestión de esa relación.

Estas dos características de la empresa familiar generan una serie de problemáticas que deben tenerse en cuenta cuando se toman decisiones para potenciar la contribución de estas empresas familiares al desarrollo económico y muy particularmente al desarrollo rural. Así, por ejemplo, en la empresa familiar hay en ocasiones un solapamiento que debe entre empresa y familia. Especialmente en la primera y segunda generación, los familiares suelen involucrarse de manera muy directa en la empresa tanto como trabajadores como miembros de los órganos de gobierno. Esto origina unos estrechos vínculos entre familia y empresa que llevan a un solapamiento de roles (familia, propietario/a empleado/directivo). Se debe trabajar para evitar que se confundan los ámbitos de la familia y la empresa, pues de otra manera surgirán problemas.

La manera más eficiente de evitar los problemas es una terapia preventiva cuya mejor medicina es la profesionalización de la empresa, que se consigue por dos vías o una combinación de ambas. En primer lugar, el proceso de profesionalización se inicia con la educación de los miembros de la familia para los cuales se debe preparar un plan de formación, incluyendo formación uni-

versitaria, independientemente que en el futuro trabajen o no en la empresa. Se debe tener presente la vocación de cada uno de los miembros de la familia. De manera que, aquellos que no quieran formarse en campos relacionados con la actividad, al menos se les debe formar para ser unos buenos accionistas. En segundo lugar, la profesionalización se consigue incorporando directivos no familiares que deben ser elegidos en función de sus capacidades y condiciones del mercado. A estos directivos se les debe ofrecer un plan de desarrollo profesional, que les permita acceder a puestos de alta dirección incluyendo el puesto de director general.

Sin duda, estas características de las empresas familiares dan lugar a diferentes comportamientos en cuanto a los resultados como puede verse en el survey realizado por Pindado y Requejo (2015). Pero más concretamente, tiene una incidencia sobre el desarrollo rural, pues como indica la evidencia obtenida por Symeonidou, DeTienne y Chirico (2022), las empresas familiares aunque puedan obtener peores resultados tienen una mayor resistencia para permanecer con el negocio, aunque los resultados y perspectivas del negocio no sean buenas, lo cual es muy importante para facilitar el desarrollo rural y evitar la despoblación. Todo esto se ve potenciado porque como indican Baron y Lachenauer (2021) las empresas familiares se construyen para durar en el tiempo y cada vez más las herramientas de gestión de la relación empresa-familia como el protocolo familiar facilitan el paso de generación.

## **I.2. ¿Qué es la sostenibilidad?**

Existe un amplio consenso acerca de que la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer a las necesidades de las generaciones futuras. A partir de este punto de partida, hay dos enfoques. El primero exige que al mismo tiempo que se garantiza un equilibrio entre el crecimiento de la economía, el respeto al medioambiente y el bienestar social. Mientras que un segundo, en la actualidad más extendido, que se centra en los indicadores ASG (ó ESG, en inglés que son las siglas de

Environmental, Social y Governance). En este segundo enfoque se han centrado todos los indicadores dando lugar a análisis que se centra en los aspectos ambientales, social y de gobernanza, olvidado la sostenibilidad económica, que en mi opinión es fundamental para conseguir una auténtica sostenibilidad.

En este contexto, aparece la Unidad de Excelencia “Gestión Económica de la Sostenibilidad” de la Universidad de Salamanca, que pretende poner en valor el análisis económico para tener un análisis completo que pueda llevarnos hacia modelos de negocio sostenibles en todos los aspectos. En su artículo Khine, Pindado y de-la-Torre (2022) analizan las relaciones entre las cuatro dimensiones de forman la sostenibilidad, con importantes aportación cómo la gran dinámica que existe en cada uno de los indicadores de sostenibilidad, pues el principal determinante de cada indicador es el nivel de ese indicador en los dos años previos. Aún más importante, es que el desarrollo sostenible empresarial sigue un círculo virtuoso, potenciado las relaciones bidireccionales y positivas de los indicadores. Por lo tanto, los profesionales y los reguladores deberían considerar estos indicadores simultáneamente para promover la sostenibilidad en los negocios y también deberían aplicar políticas de sostenibilidad a largo plazo.

En conclusión, las empresas pueden hacer el bien obteniendo muy buenos resultados económicos, y obtendrán buenos resultados cuando hacen el bien. Sin duda, las empresas son un motor necesario para que haya desarrollo económico.

Por tanto, el concepto de sostenibilidad nos debe llevar a actuar en el presente pensando en el futuro. Esta premisa es importante en todo contexto, pero se vuelve fundamental para el medio rural.

### **I.3 Condiciones para lograr un desarrollo rural sostenible**

El entorno rural tiene unas características distintivas que llevan a que las relaciones comerciales sean más difíciles por factores como la distancia y la baja densidad de la población. Un ejemplo claro de estas dificultades lo encon-

tramos en Castilla y León con una extensión de 94.266 Km<sup>2</sup> y una población de 2.372.640 personas (en 2022), tiene como reto fundamental vencer a las dificultades que urgen de tal estructura con fenómenos como la despoblación y todo lo que trae consigo. En su artículo García (2020) pone de manifiesto que el 70% del territorio de Castilla y León es un “desierto demográfico” sin habitantes.

En este contexto, surgen muchas zonas rurales, como en otras muchas zonas de la tierra, donde se debe hacer algo para que la propia dinámica no las lleve a una despoblación que a su vez genere otros problemas de índole social y ambiental, que tienen un trasfondo económico. Por ello, se deben buscar las raíces de los problemas que se quieren evitar para actuando sobre las raíces evitar que los problemas florezcan.

Un análisis de la situación sobre el terreno nos permite identificar algunas de las raíces sobre las que se puede actuar para conseguir un desarrollo rural sostenible. En primer lugar, la actividad económica desarrollada en las zonas rurales está siempre muy ligada a la explotación de los recursos, que en algunos casos estas explotaciones se abandonan por falta de rentabilidad. En este sentido, el conocimiento debe ser la guía que nos permita conseguir un uso rentable de los recursos. También la tecnología, como ejemplo, el acceso a internet debe permitir avanzar en modelos de negocio más cercanos al consumidor con captación de márgenes que les haga rentables. Por último, se debe avanzar hacia una industria que genere actividad económica que permita completar a la actividad turística desarrollada en estos territorios de tal manera que se pueda conseguir una actividad económica que pueda mantener los negocios de servicios. Sin industria, no se puede conseguir tamaño en los otros negocios y, como se desprende del informe de Pindado (2016), el trabajo de calidad va asociado al tamaño de las empresas, por lo que hay que promover el crecimiento de las empresas, máxime cuando diferentes estudios -como el anteriormente citado-, reflejan que la dimensión media de las empresas de nuestro país es muy reducida comparada con la dimensión de las empresas de otros países europeos (como Alemania, por ejemplo).

Si el conocimiento es clave para el desarrollo se debe potenciar que el conocimiento llegue a todos los rincones de la geografía para que sean sus habitantes quienes desarrollen y mantenga modelos de negocio económicamente sostenibles que sean la base del desarrollo rural sostenible. Por eso, es importante cambiar el enfoque ASG por otro que incluya a la sostenibilidad económica en la base, pues sin ella no puede haber ninguna de las otras tres sostenibilidades.

Como combinación de los dos factores anteriores surge un tercer aspecto clave que es la diferenciación de los modelos de negocio para poder colocar los productos en el mercado, sin el hándicap de unos mayores costes de producción. En este sentido, las indicaciones geográficas son analizadas en Singh y Bharti (2023) como algo que al productor le permite obtener un precio mayor que el consumidor está dispuesto a pagar para asegurarse una mayor calidad. Este mutuo beneficio para consumidor y productor facilita el desarrollo rural sostenible, al permitir un aprovechamiento de los recursos naturales que de otra manera pudiera no ser posible, ante la imposibilidad de vender los productos por encima del precio de coste.

Un cuarto factor clave es el relevo generacional en las actividades económicas desarrolladas en el entorno rural. Se observa una mayor dificultad en los negocios de entorno rurales a pasar a la siguiente generación, lo que requiere un análisis detallado que se llevará a cabo en el siguiente epígrafe.

#### **I.4 Retos para lograr el relevo generacional en el medio rural**

Sin duda, el relevo generacional es el gran reto de los negocios (actividades económicas, por pequeña que sea cualquier actividad económica debe ser concebida y gestionada como un negocio) en el medio rural. Si para cualquier empresa es difícil superar el relevo generacional, esta dificultad se eleva hasta límites insospechados en el medio rural. Para abordar este apartado nos basamos en Pindado (2019) donde se identifican después de analizar 395 empresas de la

provincia de Salamanca, algunas de las cuestiones más preocupantes del estudio que están directamente relacionadas con el relevo generacional, que seguramente en buena medida pueden ser extendidas a otros entornos geográficos.

1. Padres que con avanzada edad se ven obligados a continuar con el negocio debido, entre otras razones, a la falta de seguridad en familiares de la siguiente generación para dirigir la empresa con garantías, o la falta de personas implicadas que deseen gestionar el negocio y pasar a ser empresarios, ya que encuentran mayor comodidad en su condición de asalariados.
2. Falta de previsión/concienciación a la hora de ejecutar un proceso de relevo generacional organizado, ocasionando recelos y conflictos irresolubles cuando dicho relevo es inminente o necesario.
3. También se debe considerar el problema que se encuentran las siguientes generaciones al no lograr la dirección y estar bajo el mandato del padre. Esto ocasiona una falta de incentivo a la hora de explotar todo el potencial profesional de esta generación.
4. Falta de abordaje y comunicación en el marco familia-empresa para gestionar las diferencias habituales que surgen debido al conflicto generacional entre padres e hijos.
5. Disputas entre familiares de la segunda generación (o sucesivas) surgidos por no haber previsto un proceso de sucesión organizado.
6. Falta de comunicación y actuación unificada por parte de la dirección de la empresa familiar, lo que genera ineficacia, duplicidad de órdenes, en ocasiones opuestas, y desconcierto en la plantilla.
7. Ausencia de un marco adecuado de relación entre familia y empresa. Todo se confunde y en ausencia de unas normas mínimas se incre-

menta notablemente la probabilidad de conflictos entre los miembros de la familia y la virulencia de los mismos.

9. Falta de digitalización y formación, que permitan a los empresarios adaptarse a los nuevos entornos para ser competitivos en el mercado actual.
10. Personas que empiezan a realizar una actividad económica y se convierten en empresarios sin ser conscientes de ello y las consecuencias que esto conlleva.
11. Falta de planificación de actividades y objetivos a realizar por la empresa en el futuro.
12. Dificultad para la creación de negocios o aperturas de nuevas vías de negocio, sobre todo en zonas que necesitan un impulso para fijar población en la provincia, algo que provoca desánimo en los empresarios y emprendedores por el gran número de trabas administrativas que se encuentran en lugar de encontrar apoyo y protección.
13. La generalidad de empresarios muestra su preocupación o alerta por la desmotivación de la juventud a la hora de encontrar empleo o esforzarse por mantenerlo. Una de las causas más apuntadas por los empresarios es el desincentivo que ocasionan las ayudas, que generan la inclinación de los jóvenes por optar por estas ayudas en lugar de un trabajo, ya que las condiciones salariales son similares.
14. La mayoría de empresarios de la provincia no desean que la siguiente generación se implique en el negocio familiar, que se vean envueltos en todas las dificultades y esfuerzos que implica gestionar un negocio, optando por la comodidad de que sean asalariados. Esto es, la mayoría de los padres empresarios “no quieren esa vida para sus hijos”. Esto es muy relevante pues de manera natural se produce una expulsión de

la actividad y, en muchas ocasiones, del territorio lo que lleva a una despoblación.

Ante esta situación, existen una serie de acciones que facilitan el proceso de relevo generacional, centrándome en el entorno rural<sup>2</sup>. La primera acción es desarrollar un conjunto de actividades planificadas que tengan como objetivo generar vocación por la empresa a los miembros de la familia empresaria desde pequeños. Los jóvenes deben saber dónde se genera el dinero que les costea sus gastos y les permite el nivel de vida que llevan. Por ello, se debe planificar un contacto con la empresa puntual que se debe hacer con visitas a la empresa, las cuales deben ser esporádicas para evitar generar el efecto contrario al generar una vocación empresarial. En este sentido, el escenario rural suele ser mi bien valorado para visitas que permitan a los jóvenes conocer cómo se transforman los recursos naturales en recursos financieros que contribuyen positivamente a su calidad de vida.

La segunda acción que facilita el proceso es la escucha continua a los herederos desde pequeños. En el entorno rural muchas veces se les inculca a los jóvenes que el éxito está fuera de su entorno, si pararse a escucharlos sobre cuáles son sus preferencias y en todo caso contemplar la posibilidad de que los hijos continúen con la actividad económica.

La tercera acción es la adecuada formación empresarial de los miembros de la siguiente generación. Sin duda, la formación es la mejor inversión de la familia empresaria, y este es aún más aplicable al entorno rural, donde como se ha explicado anteriormente el conocimiento puede ser la fuente de los modelos de negocio que permitan aprovechar los recursos naturales del entorno rural. Independientemente de que desarrollen fuera o dentro de la empresa su actividad profesional, los miembros de la siguiente generación debe tener una mínima formación empresarial (deben estar familiarizados con temas como gestión, dirección y administración entre otros) para contribuir al proceso,

---

<sup>2</sup> Una descripción más general de las acciones que facilitan el relevo generacional puede verse en Pindado (2022).

aunque sea desde la barrera y con su aquiescencia. Por supuesto, aquellos miembros de la familia que desarrollen su actividad profesional en la empresa deben tener una formación específica para miembros de familias empresarias.

La cuarta acción es diseñar un plan de formación que facilite el relevo, pues cada vez se necesitan más conocimientos para dirigir una empresa. En este sentido, desde la empresa se debe incentivar y facilitar una formación a nivel de postgrado, relacionada con la dirección y administración de la empresa. Sin duda, la formación más adecuada es un MBA en Dirección de Empresas Familiares, pues por una parte se abordan todas las problemáticas que afectan a la empresa familiar y sus soluciones y, por otra, se estudian todos los aspectos relacionados con la administración de una empresa, teniendo en cuenta las peculiaridades de la empresa familiar. Se trata que el sucesor sea consciente en todo momento de las consecuencias que tiene el desarrollo de una actividad empresarial que le convierte en empresario.

La quinta acción es realizar una previsión del relevo generacional organizado, para que todos los posibles candidatos conozcan desde el primer momento cuales son las reglas del juego, evitando recelos y conflictos. Esta previsión debe facilitar que los miembros de la siguiente generación puedan planificar su incorporación en la empresa y tengan incentivos para aportar todo su potencial profesional en favor de la empresa.

La sexta acción para el proceso de relevo generacional es comunicar a todos los miembros de la familia empresaria que se abre un período de relevo generacional con unos plazos claros y conocidos por todos. Con ello, se vencen dos de los mayores enemigos del relevo generacional: la premura en el tiempo y la incertidumbre.

La séptima acción consiste en poner en marcha un proceso objetivo y transparente para elegir al sucesor. Independientemente de que haya uno o varios candidatos que son miembros de la familia empresaria es importante contar con un externo que ponga al menos la referencia de candidatos externos

y ayude a elegir al mejor candidato. Esta es una situación que a veces no se da en el entorno rural porque sólo hay un único sucesor. Pero en todo caso es necesario que se tengas otras referencias, si pueden ser externas, para objetivar la relación con el sucesor y que este tenga el espejo del mercado.

La octava acción supone establecer un período de transición antes del relevo (cuya duración depende de las características del negocio y del sucesor y sucedido implicados) en el que sucesor y sucedido trabajen de forma conjunta, contando con un apoyo externo para evitar que el proceso de relevo generacional descarrile por un exceso de autoritarismo del sucedido o por un chantaje emocional del sucesor. Sin duda, este papel de un externo es de enorme importancia para que el conflicto generacional frustre el proceso de sucesión.

La novena acción es establecer un período de tutela después del relevo (cuya duración depende de las características del negocio y del sucesor y sucedido implicados) en el que sucesor que hace cargo de la gestión de la empresa, pero cuenta con el apoyo del sucedido. En el mundo rural la especificidad de los modelos de negocios hace más necesario este período de tutela, pues pueden darse situaciones muy singulares.

La décima acción es saber mirar de lejos, por parte del sucedido y resto de miembros de la familia que no trabajan en la empresa. Esto es, se debe evitar la intromisión en la gestión del día a día y saber realizar el control y marcar las directrices desde los órganos de gobierno que se hayan establecido. Por eso es crucial establecer tanto los órganos de gobierno de la familia como los de la empresa.

Todas estas acciones van a facilitar el proceso de relevo generacional, pero la administración también debe hacer su aportación en varios aspectos. En primer lugar, se debe facilitar el desarrollo de los negocios, reduciendo las trabas administrativas, con una especial atención y apoyo con medidas fiscales en las zonas rurales donde se necesita fijar población. También desde la administración se debe evitar que las ayudas que se otorgan a las personas

no supongan un desincentivo a incorporarse en el mercado laboral, pues esta actitud genera un problema para el desarrollo de la sociedad, y del medio rural en particular.

## **I.5 Conclusión**

Para lograr el desarrollo rural se debe abordar la problemática de forma conjunta con los aspectos de sostenibilidad en un sentido amplio y sin perder de vista la base económica, así como la problemática de relevo generacional que viven los negocios del entorno rural. Para ello, se deben buscar soluciones que garanticen las condiciones necesarias para el desarrollo rural.

Sin duda, las administraciones públicas deben trabajar para hacer frente a esta problemática actuando sobre las raíces, para de esta manera evitar que se manifiesten los problemas y las consecuencias dañinas que tiene tanto desde el punto de vista económico, medioambiental, social y de gobierno. Todos estos factores están interrelacionados y las actuaciones sobre uno de ellos tendrá también efectos beneficiosos sobre los demás si se tienen en cuenta las mencionadas interrelaciones, en otro caso se repetirán los errores del pasado llevando a políticas medioambientales inadecuadas que causan hambre y sufrimiento a la población.

En definitiva, se debe tener en cuenta que las consideraciones económicas facilitan la vida de las personas y dirigen la actuación de éstas sobre el entorno. Esto es, si generamos riqueza, está no sólo será buena para las personas, sino que estos medios permitirán que las personas dediquen tiempo y recursos al cuidado del planeta, llevando a una mejor situación medioambiental, también dedicarán tiempo y recursos a las personas más necesitadas, incidiendo favorablemente sobre los aspectos sociales y se desarrollaran mecanismos para una mejor gobernanza. Por todo ello, podemos concluir que economía es vida y la empresa también.

## Referencias

- Baron, J. y Lachenauer, R. (2021): “Build a Family Business That Lasts“. *Havard Business Review*. 112-121.
- García, R. (2020): “El 70% de Castilla y León ya es un desierto demográfico sin habitantes“. *El Mundo*. Disponible en <https://diariodecastillayleon.elmundo.es/articulo/castilla-y-leon/70-castilla-leon-es-desierto-demografico-habitantes/20200229184625003834.html>
- Kyaw, K., Pindado, J., y de-la-Torre, C. (2022) “Disentangling the Bidirectional Relationships Across the Corporate Sustainable Development Indicators”, *Social Indicators Research*, 163, 297–320.
- Pindado, J. (director) (2016): “Análisis dinámico del tejido empresarial de Castilla y León: Descripción del panorama actual, factores determinantes y líneas de actuación”. Documento técnico. Consejo Económico y Social de Castilla y León.
- Pindado, J. (director) (2019): “Apoyo al relevo generacional en la empresa familiar y a los jóvenes empresarios de Salamanca”. Documento técnico. Diputación de Salamanca.
- Pindado, J. (2022): “El relevo generacional en la empresa: acciones que facilitan el proceso.” *Blog IME Empresa Familiar*. Disponible en: <https://imeusal.com/category/blog/empresa-familiar/>
- Pindado, J. y Requejo, I. (2015): “Family business performance from a governance perspective: A review of empirical research”. *International Journal of Management Reviews*, 17, 279-311.
- Singh, S. y Bharti, N. (2023): “Geographical Indication and Rural Sustainable Development: A Bibliometric Analysis”. *Geographical Indications and Rural Sustainable Development*. 17, 32-50.
- Symeonidou, N.; DeTienne, D.R. y Chirico, F. (2022): “The persistence of family firms: How does performance threshold affect family firm exit?”. *Small Business Economics*. 58, 477-489.



## IV SESIÓN ACADÉMICA



## ECONOMÍA DIGITAL SOSTENIBLE Y EL INTERNET DE LOS NEGOCIOS



Dr. José Daniel Barquero

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

La historia de la Economía moderna tiene sus antecedentes en la publicación de una serie de conocimientos económicos en un libro que marca un antes y un antes y un después en nuestra profesión, titulado: “La Riqueza de las Naciones”. Su autor, el economista y filósofo escocés, Adam Smith, lo publicó en el año 1776, estando muchos de sus principios aún hoy en día vigentes. Es ahí cuando la economía adquiere un nuevo estatus, cuerpo de ciencia, siendo este un primer logro de la profesión.

La historia económica podemos definirla como la aglutinación y registro de los datos de interés, sobre los hitos más significativos y dignos de ser tenidos en cuenta sobre la economía. En consecuencia, se incluirán en esta historia los hechos económicos que a lo largo del tiempo han servido al desarrollo de la economía y la humanidad remontándonos desde sus orígenes hasta la actualidad.

Dentro de estos sucesos históricos económicos, existe uno crucial el cual ya se inició a finales del siglo XX y sin lugar a dudas ya ocupa un importante lugar en la historia de la economía mundial y que ha afectado a toda la humanidad, la denominada economía digital.

Esta nueva economía ha cambiado y cambiará incluso el curso de la historia económica, además está ocurriendo hoy, día a día y a una hipervelocidad

sin precedentes, nos estamos refiriendo a la denominada nueva industria de la transformación digital económica.

Para centrar en la historia este fenómeno de la economía digital debemos remontarnos a los años 90 del pasado siglo, en el que internet y las Tic se estrenaban a la vez que cuajaban en una sociedad española que las recibía con cierta incredulidad. Sin embargo coetáneamente y mientras yo trabajaba en los EEUU el New York Times en el año 1995, se estrenaba con un pionero libro que compre en Boston y llevaba por título “Digital Economy, promise and peril, in the age of Networked Intelligence ” escrito por el canadiense Don Tapscott. Autor quien a raíz de ese pionero libro, se convertiría sin lugar a dudas, en un gurú en cuanto al impacto que la economía digital puede ejercer en las empresas, instituciones y sociedad mundial.

Las empresas que, por aquel entonces, supieron ver su utilidad y aplicaron prontamente y contra todo pronóstico lo digital en sus negocios, fueron las que lideraron el verdadero cambio y hoy muchas de esas están muy bien posicionadas. Como ejemplo podemos citar algunas empresas que su negocio es capaz de generar cientos de millones al año y su precio en el mercado hace que supere los 1000 millones de euros y esto lo podemos ver en empresas como Cabify, Glovo, o bien Idealista. En el año 2020 treinta años después de ese nacimiento de la economía digital las empresas digitales representaban el 20% del PIB de España y en el año 2030 según el informe de economía digital en España del BCG, estas cifras podrían llegar hasta el 40% del PIB.

Con sorpresa y asombro, sin ninguna explicación clara, los que estudiábamos ya economía en los años 90 a raíz de este libro de Tapscott, nos dimos cuenta de que se estaba dando un paso, que por fin establecía una conexión entre la economía tradicional y una nueva economía, la economía digital del futuro. Una economía que iba a girar en torno a internet como una plataforma global de hiperconectividad generadora de riqueza, distribución y consumo de servicios y bienes que cubriría sin lugar a dudas las necesidades y las nuevas tendencias del planeta. Un mundo en el que los economistas y empresarios

necesitan a especialistas en relaciones con sus públicos, para que les interpreten los deseos de estos, a través de analizar esos comportamientos de los usuarios en las redes, así como sus compras y búsquedas en Google y además analicen sus post compartidos en social media y otros a través del procesamiento del big data, a través de la cual las organizaciones analizan para persuadir al cliente, votantes, consumidores o generar credibilidad y confianza.

Siendo la economía digital aquella actividad económica centrada en bienes y servicios digitales, esto englobaría a las plataformas digitales y a los nuevos modelos de negocio que incluyen lo digital, incluyendo la innovación tecnológica y las redes en telecomunicaciones. Permitiendo a las compañías negociar directamente con el cliente final y desapareciendo los intermediarios.

La economía digital como modelo productivo se basa en utilizar la tecnología para que las empresas sean más eficaces. Dicha tecnología hoy por hoy está centrada en softwares, hardwares, tecnología digital, inteligencia artificial entre otras. Eso significa que en todo el mundo ahora la economía digital es el motor principal del cambio social y del crecimiento económico. Esta nueva revolución económica como consecuencia del Big Data ha permitido nuevos modelos de negocio nunca antes imaginados y otros en proceso de creación, centrados en la inteligencia artificial, que acabarán de cambiar nuestras sociedades marcando un antes y un después. Eso se puede traducir en que la nueva economía digital además deberá ser sostenible.

La transformación digital en la empresa española es necesaria y vital, nadie la pone en duda, pues es adaptarse o quedar obsoleto con los riesgos que implica el no abrazar la digitalización para cualquier organización que se precie. A tal efecto en pocos años dentro de la planificación estratégica la gran mayoría de las empresas españolas basarán su actividad empresarial en procesos digitales. Hasta la fecha su implementación y desarrollo alcanza el 10% del PIB y si se le añade el valor generado de forma indirecta superaría el 25%. El 50% de los sectores que lideran la economía digital son los relacionados con los servicios y su crecimiento va en aumento destacando entre estos

los medios de comunicación, los servicios de tecnología de la información y otros. La realidad de la nueva economía digital hace que nuestros jóvenes que hoy están en nuestras escuelas en un 60% lleguen a ejercer profesiones que ni tan siquiera sepamos que van a existir relacionadas con la nueva economía digital.

Pero esta transformación digital la debemos acometer en tiempos convulsos en cuanto a la situación económica de crisis se refiere, provocada principalmente por una pandemia que aceleró el proceso y necesidad digital. Seguida de una guerra que ha afectado al precio de las energías, al ser la Federación Rusa un país proveedor de las mismas y ser este mismo país el que inicia una guerra contra Ucrania paralizando y encareciendo el suministro energético y de otras materias primas en Europa principalmente y en el resto del mundo.

A esta situación económica debemos añadir que la economía mundial, hoy muy globalizada, se está fragmentando a pasos agigantados en unos bloques geopolíticos a los que es justo reconocer se le suman diferentes sistemas, normas, formas de pago, distintas divisas y cambios. En consecuencia, a esta compleja ecuación de problemas económicos se le debe añadir una elevada inflación que nos conduce a un empobrecimiento de España en el que las familias reducen sus ingresos aumentan sus gastos y en el que nuestras empresas se convierten en menos competitivas.

Como resultado del comportamiento de las distintas empresas españolas frente a la crisis y a la digitalización y sus actividades y servicios, podemos tener rápidamente empresas que se adaptan y en consecuencia de primera velocidad y empresas que no se adaptan consideradas de segunda velocidad quedando estas últimas rápidamente obsoletas y con tendencia al cierre. Conduciéndonos a una España con empresas a dos velocidades en el que las empresas que no se digitalicen en todos los aspectos se vean abocadas al fracaso irremediable con lo que esto implica.

El 15 de febrero del 2013, siendo conocedor el Gobierno de España de esta responsabilidad y lo que está en juego en la industria y empresa española

aprobó el Consejo de Ministros la Agenda Digital para desarrollar la economía y la sociedad digital. Dándose cita en la misma dos Ministerios el de Energía, Turismo y Agenda Digital y el de Hacienda y Gestión Pública. Sus objetivos son seis y marcan la hoja de ruta que debe seguir un País frente a la digitalización y es justo reconocer que es un ambicioso programa que se está desplegando en base a unas expectativas prefijadas y necesarias que ha publicado el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital centradas en desarrollar el despliegue de redes y servicios para garantizar la conectividad digital. Por su importancia los resumimos: Desarrollar la economía digital para el crecimiento y la competitividad, así como la internacionalización de la empresa española. El reforzar la administración electrónica y los servicios públicos digitales. El generar la credibilidad y confianza necesaria en los ámbitos digitales. El llevar a cabo políticas que permitan impulsar la I+D en la industria del futuro y por último promover la inclusión y alfabetización digital unido a la formación en todas y cada una de sus áreas y especialidades profesionales TIC.

El 30 de abril de 2022 se publicó en el BOE los contenidos estratégicos y operativos de los acuerdos del Consejo de Ministros en el que se aprueba el Plan Español de Recuperación, Transformación y Resiliencia, del que su principal característica y objetivo es modernizar la economía española y en consecuencia la recuperación económica y de empleo. Dando la Comisión Europea su visto bueno y aprobando dicho plan el cual permite desde su aprobación recibir durante tres años 69.500 millones de euros en transferencias directas que incluso podrían ampliarse a 140.000 millones de euros en créditos antes del año 2026.

La nueva economía digital ha venido para quedarse y facilitará a las empresas poder ofrecer mejores servicios a sus clientes reduciendo el tiempo, los costes y los precios unido al aumento de la fidelización, mantenimiento y captación de nuevos clientes. Cuando hablamos de transformación digital es obligado resaltar las páginas web de la empresa que facilitarán los servicios al cliente, la velocidad y mejora de la conectividad, pruebas virtuales, compras

rápidas y seguras, agilidad en las entregas y devoluciones, una contabilidad y auditoría casi al instante en línea rápida y eficaz. Además, debemos tener en cuenta que los algoritmos de la inteligencia artificial aprenderán automáticamente conociendo los gustos, necesidades, inquietudes y nuevas tendencias de nuestros clientes, siendo la información poder que nos permita reaccionar rápido a tiempo y en el momento oportuno.

En España algunos ejemplos de éxito sobre transformación digital los lidera la banca, el sector de la alimentación y servicios, así como el sector de la fabricación.

Pero la economía digital se verá aún más catapultada cuando llegemos al año 2030 ya que el 65% de la población mundial vivirá en ciudades aumentando la importancia de esta economía.

La primera economía del mundo es EEUU, incluso por encima de China y está a la cabeza en cuanto a transformación digital se refiere concentrando un 34% del total mundial es ahí donde España tiene un ejemplo de éxito a seguir.

Pero la realidad es que España invertirá grandes sumas de dinero en Digitalización según Nadia Calviño vicepresidenta de España, en declaraciones realizadas en el encuentro virtual, Accenture Digital Conference 7, (en el que se tratan los contenidos relacionados con las tecnologías más disruptivas que van desde el Cloud hasta el 5G, así como los fondos europeos y el empleo digital), dijo que la cantidad superaría los 200.000 millones de euros hasta el año 2023.

Las iniciativas en consecuencia seleccionadas por el gobierno de España como prioritarias para su economía digital, son la conectividad 5G, el sector audiovisual, la ciberseguridad, la inteligencia artificial, las administraciones públicas y la docencia para poder dotar de habilidades digitales a la población y que esta pueda adaptarse al cambio. Siendo muy conscientes las universidades de la digitalización en la formación.

En cuanto a la administración pública que es parte importante de la economía española sufrirá un cambio sin precedentes pues se ve abocada a modernizar los trámites administrativos cambiando servicios digitales para el administrado en cuanto a empleo, sanidad, seguridad social, justicia e inteligencia artificial.

La economía digital en España es una auténtica revolución industrial y empresarial lo cual si bien repercutirá en que esa productividad reduzca costes de empleo en muchas empresas pero que generará muchos otros puestos de trabajo nuevos en otras. Siendo capaz de cambiar incluso muchos hábitos sociales que aún no conocemos es más incluso repoblará probablemente lugares que ahora que ni imaginamos y permitirá a otros que no se despueblen. Aquellas poblaciones que sus administraciones públicas inviertan en digitalización pueden ser punto de encuentro y generadoras de talento y riqueza por pequeñas que sean esas poblaciones no en vano la pandemia nos enseñó la importancia de la adaptación al cambio.

El ser humano es muy inteligente cuando se trata de sobrevivir y adaptarse al cambio, yo recuerdo en esa época de pandemia ser el CEO de una importante escuela universitaria de economía, derecho y negocios ESERP y en tan solo 4 días fuimos capaces con lo que nos ofrecían las nuevas tecnologías de seguir dando clases y tutorías online a más de 3000 alumnos. En cuanto a mi consultora SER, Strategic Economic Relations, también seguimos aconsejando a nuestros clientes vía online en todas sus inquietudes. Ahí es cuando en mi caso y el de muchos otros descubrimos a la fuerza, nuevas formas de trabajar y que luego han resultado ser muy eficaces pues han cambiado los hábitos de la sociedad donde ejercemos nuestras actividades. Durante esa época se implementó el ya conocido teletrabajo y la utilización de las nuevas tecnologías que a través de la nube permitió la utilización de múltiples canales a través de softwares de videoconferencias y que como ejemplo citaremos a Zoom, Skype, Google Hangouts.

La importancia del mundo digital es tal que empresas como Google para dar un servicio tan exquisito a sus clientes, quienes realizan al día casi 6 mi-

llones de búsquedas y poder mantenerse en esos liderazgos deben utilizar para cada consulta 1000 ordenadores y dar respuesta en tan solo 0,2 segundos.

La demanda de dominios en la red es tal que existen en el mundo 370 millones de dominios, siendo el ".com" el que los lidera con 149 millones. En España según recientes estadísticas el 78% de las Pymes en el año 2020 no tenían web, sin embargo, el 50% de estas Pymes durante el confinamiento se digitalizaron y gracias a eso ahora están dando un mejor servicio a través de su nueva web ya que desde que terminó la pandemia el público ha aumentado el hábito de compra online en un 41%. Para hacernos una idea del negocio de las ventas online cuando la empresa Apple sufrió una caída de su App Store en el año 2015 perdió en ventas la cifra de casi 30 millones de euros. Hoy en día alcanzaría casi el doble.

Se calcula que en el planeta existen aproximadamente 6 millones de teléfonos smartphone asociados a un único usuario, siendo nuestro país el que bate récord de smartphones por habitante en el mundo pues más del 90% de la población española según las estadísticas independientemente de la marca, dispone de uno.

Esto hace aumentar las exigencias de los usuarios pues las webs no adaptadas al teléfono móvil dejan automáticamente de ser visitadas en más de un 60% con lo que esto representa.

Lo que nos hace vislumbrar una economía digital y cada vez más, centrada en lo digital no dejan de ser las estadísticas. La mayoría de la sociedad española como media pasa casi seis horas navegando por internet, de estas seis horas dos horas corresponden a las redes sociales, tres horas viendo TV, y una hora escuchando música, por último, una hora jugando a la consola. Como podemos observar el mundo incluido su ocio es virtual y en consecuencia cualquier actividad que pueda ser virtual terminará siendo virtual, como su economía. Tal es así que el motivo de la aplicación de la digitalización en las empresas aporta significativos beneficios pues permite con certera fiabilidad la

selección y el análisis de los datos de sus clientes y usuarios y en consecuencia una toma de decisiones centrada en el poder que otorga una certera información. Como consecuencia de lo expuesto nos permite reuniones virtuales cara a cara con nuevos clientes y proveedores evitando costes en desplazamiento y otorgándoles tiempo para emplear en hacer más productiva nuestra empresa.

Con el paso del tiempo y la información acumulada en nuestros sistemas seremos capaces de crear nuevos sistemas aún mejores que los anteriores que nos permitan captar más clientes, atender mejor a los que tenemos, fidelizarlos más aún si cabe y mantenerlos informados constantemente con noticias y con programas de seguimiento y satisfacción. Cualquier empresa dedicada a la venta que se precie debe tener plataformas de e-commerce ya que su mercado pasa de nacional a internacional además estas plataformas permitirán invertir mejor y a su vez ahorrar en cuanto a espacios de almacenamiento, recursos, proveedores, distribución y un largo etcétera.

Pero esta economía digital traerá su propia moneda digital, nos referimos a los trabajos que ya el Banco Central Europeo está llevando a cabo profundos estudios que sugieren esta moneda sea una realidad en 2025.

Albert Einstein dijo “Aprende del pasado, vive el presente mantén la esperanza para el mañana. Lo importante es no dejar de cuestionarse las cosas. Y eso hemos hecho en esta ponencia, cuando ahora nos cuestionamos ¿qué pasará con el futuro de la economía digital? y ¿qué otras economías pueden desprenderse de esta?, ya que realmente la economía digital no es del todo sostenible en un mundo que tiende a no contaminar.

Los centros de datos son la base principal del almacenamiento continuo de datos en el mundo y desarrollan un rol muy importante en la gran industria de internet y en consecuencia en todo lo que gira entorno a la economía digital, ya que son los responsables de procesar y almacenar todos los contenidos de los denominados sitios web. Estos centros de datos necesitan ejercer sus funciones en grandes espacios y siempre en un entorno altamente refrigerado

y el cual consume grandes cantidades de energía llegando al 2% del uso total de energía eléctrica del mundo. Unido a la constante emisión de CO<sub>2</sub>, por lo que la solución al problema podría ser la energía renovable, viento, geotermia, luz solar, y otros.

Las empresas de sitios web viendo la tendencia de un mundo sostenible pronto han abrazado la idea de los Hosting Web Verde o Ecológico, pero hoy por hoy si se escarba algunos de ellas, se limitan a comprar créditos de carbono a razón de compensar la contaminación.

Por conciencia social Google Cloud anunció su compromiso social con la sostenibilidad y toda la energía consumida por sus instalaciones es verde y sostenible.

Otras empresas como Microsoft ya experimentan con servidores en el fondo del mar que se refrigeran con agua marina.

Por suerte el ser humano antes de entrar en una espiral de autodestrucción pondrá freno al deterioro que él mismo causa con la contaminación del planeta, como está haciendo. Unido a que el consumidor castiga cada vez más a las empresas no sostenibles y por suerte las empresas cada vez más suelen imitar al líder, confiemos que eso sea así ya que los líderes están concienciados y ya implementan estrategias de no contaminar.

Muchas gracias.

---

Autor: Dr. José Daniel Barquero Cabrero. Profesor y Catedrático en Economía y Empresa y CEO de SER, Strategic Economic Relations.

Copyright 2023 RACEF. Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

España y Jose Daniel Barquero.

Publicación para el Congreso de Economía Digital en Salamanca de la Racef.

20 de enero de 2023.

# SELECCIÓN DE MEJORES OPCIONES: UN PROCESO EN EL QUE EL DECISOR ES EL RELEVANTE



Dra. María Dolores García Sanz

*Profesora titular de Fundamentos del Análisis Económico de la Universidad de Salamanca*

## Resumen

El éxito de una organización depende de la capacidad de quienes la dirigen para tomar ‘buenas decisiones’. La utilización de herramientas matemáticas e Inteligencia Artificial (IA) confiere rigor en el razonamiento y la posibilidad de tratar enormes cantidades de datos (reales) además de procesarlos a velocidades hasta hace poco impensables. Por otro lado, la elección final depende del conjunto de alternativas disponibles, así como de la capacidad del decisor para observarlas y para compararlas entre ellas. Planteamos distintas opciones de racionalidad por parte del decisor y concluimos que somos, en general, ‘racionales’ (las reglas lo imponen en multitud de situaciones), a la vez que bastante ‘limitados’ para observar y comparar opciones. La IA ha sido y será asumida como colaboradora a la hora de tomar decisiones, lo que ha supuesto cambios en la cultura de las organizaciones y en el comportamiento individual, algo que con seguridad seguirá produciéndose en el futuro.

**Palabras clave:** *preferencias, correspondencias de elección, racionalidad, inteligencia artificial*

## 1. Introducción

El éxito de una organización depende de la habilidad de quienes la dirigen para tomar ‘buenas decisiones’, y es de esto, de la toma de decisiones, un desafío en cualquier campo, de lo que tratamos en este trabajo.

Fuera de duda está la utilización del instrumental matemático y de la Inteligencia Artificial en el Análisis Económico y en la optimización de la toma de decisiones, en el sentido más amplio de la palabra. Unas veces se hace uso de estas herramientas por necesidad: de los modelos matemáticos, por el rigor que aportan, y de la IA para trabajar con grandes bases de datos (reales) intratables de otro modo, además de para procesarlos a velocidades inimaginables hace muy poco tiempo. En otras ocasiones se trata de una atracción por el reto que supone para un matemático aplicar a problemas económicos la capacidad de modelización y de razonamiento riguroso que las matemáticas aportan.

En palabras de Salvador Barberá (Barberá (2009)), “En sí mismo, el uso de las matemáticas no hace que nuestros análisis de los fenómenos sociales se ajusten más a la realidad. [...]. Pero lo que sí aporta el uso del lenguaje matemático es precisión y claridad. El modelo es un objeto matemático sujeto a las reglas de esta disciplina, y las consecuencias de su análisis formal son, por tanto, absolutamente precisas. Lo opinable es lo que precede y lo que sigue a dicho análisis: la elección de modelo, y la interpretación de resultados”.

La utilización conjunta del Análisis Matemático y la IA amplía enormemente la capacidad de los modelos ya clásicos y facilita la generación de otros nuevos, dada la oportunidad de resolución y/o aplicación que aportan los algoritmos de IA. André et al. (2021) incluye en los modelos nuevas variables y parámetros para representar situaciones actuales como las ventas de particulares tan frecuentes hoy en determinadas plataformas y aplicaciones o la posible recompra al cabo de unos años por parte de quien ha hecho la venta de un producto -muebles...- a cambio de que volvamos a invertir el dinero en ese mismo sitio. En definitiva, la IA permite que nos centremos más en las partes más creativas, el planteamiento del problema y la interpretación de resultados, dejando la parte de cálculo y tratamiento de datos a los algoritmos. No olvidemos que es fundamental a la hora de tomar decisiones en el presente tener en cuenta tanto datos pasados como predicciones sobre el futuro.

Por su parte, la Economía Matemática utiliza como herramienta fundamental para captar las preferencias de los agentes las relaciones binarias. Ante un problema de decisión el agente debe ser capaz de analizar la situación, observar el conjunto de opciones, estrategias... disponibles, y ser capaz de seleccionar aquella o aquellas consideradas “las mejores”. También en ocasiones nos enfrentamos a problemas en los que debemos evaluar subconjuntos de opciones: problemas de emparejamientos como asignación de grupos de estudiantes a universidades o de conjuntos de trabajadores a empresas; formación de coaliciones... Otras veces estas situaciones tienen que ver con procesos secuenciales a la hora de tomar decisiones o con la toma de decisiones intertemporales.

Sin olvidar que asignaciones numéricas y relaciones binarias están fuertemente ligadas por el concepto de función de utilidad (Aleskerov et al. (2007)), esta representación de preferencias por relaciones binarias permite incluir en el proceso de decisión más, digamos, externalidades: a veces tenemos claro qué opción nos gusta más entre dos posibles, pero no cuánto más es una preferida a la otra. Evaluamos que sea más o menos económica, que haya más o menos variedad (oferta) de producto en función de que queramos ser menos o más exclusivos..., pero también puede que el consumo de determinado producto nos aporte un grado de satisfacción mayor por algún motivo no tan ‘cuantificable’. A medida que aumenta el número de opciones se complica esa evaluación numérica y la posibilidad de representarla por una función. En ocasiones elegimos como consumidores un producto que tal vez sea más caro o tenga algún otro aspecto ‘evaluado numéricamente’ en contra, pero nos basamos en otros aspectos como puede ser que la empresa que lo ofrece hace más por el medio ambiente que lo estrictamente obligatorio, que es un producto más sostenible o, simplemente, que quien nos la ofrece apuesta por aspectos sociales que valoramos como el deporte femenino, el deporte de base...

En cualquier caso, ante cualquier situación de elección nos planteamos la capacidad del decisor para conseguir su objetivo y su racionalidad en

esta tarea. Pero, ¿qué es ser ‘racional’? A continuación, introducimos algunas cuestiones técnicas y las consideraciones básicas a tener en cuenta a la hora de afrontar el desafío que siempre supone tener que tomar decisiones desde el punto de vista de la Economía Matemática para luego continuar con distintas opciones de racionalidad y algunas conclusiones.

## 2. Notación y aspectos básicos para la toma de decisiones

Denotaremos por  $X$  a un conjunto finito de objetos (o alternativas) y por  $P^*(X)$  al conjunto de subconjuntos no vacíos de  $X$ .

Una relación binaria sobre  $X$ ,  $R \subseteq X \times X$ , se interpreta como una relación de preferencia de un agente, y escribimos  $xRy$  (en lugar de  $(x,y) \in R$ ) si y solo si el elemento  $x \in X$  es considerado al menos tan bueno como el elemento  $y \in X$ . Esta relación produce de modo natural una relación estricta  $P$  y una relación de indiferencia  $I$ :

$$xPy \Leftrightarrow \{xRy \text{ y no } yRx\}$$

y

$$xIy \Leftrightarrow \{xRy \text{ e } yRx\}$$

**Definición 1.** Sea  $X$  un conjunto finito de alternativas y  $R$  una relación binaria sobre  $X$ . Decimos que  $R$  es un preorden total o completo si verifica la propiedad transitiva ( $xRy \wedge yRz \Rightarrow xRz$ ) y es completa (para cualesquiera  $x, y \in X$ , debe ser  $xRy$  o  $yRx$ ).

**Definición 2.** Dado un preorden total  $R$  sobre un conjunto finito  $X$ , un mejor elemento para  $R$  es un elemento  $x \in X$  tal que  $xRx'$  para todo  $x' \in X$ .

De acuerdo con esta definición, un mejor elemento no tiene que ser único (lo sería en caso de que el orden considerado fuera lineal de modo

que  $R$ , esto es, si verifica, además, la propiedad antisimétrica ( $xRy \wedge yRx \Rightarrow x=y$ ). Como es habitual,  $\max(A)$  denota a un mejor elemento de un subconjunto  $A \subseteq X$ .

Por otro lado, la elección de un agente se representa matemáticamente mediante una función o correspondencia.

**Definición 3.** Sea  $X$  un conjunto y  $D$  un dominio no vacío de subconjunto  $X$ . Una función de elección es una aplicación  $C: D \rightarrow P^*(X)$  tal que  $C(S) \subseteq S$  y  $C(S) \neq \emptyset$  para cualquier  $S \in D$ .

En este trabajo  $X$  es un conjunto finito y  $D = P^*(X)$  el conjunto de todos los subconjuntos no vacíos de  $X$ .

Nos referimos ahora a dos conceptos fundamentales en la toma de decisiones: racionalidad y atención limitada.

- En cuanto a racionalidad, la identificación de una decisión racional con la maximización de una única relación de preferencia ha tenido larga tradición en la literatura (cf., Arrow (1959), Richter (1966), Wilson (1970), Sen (1971), Blair et al. (1976), Suzumura (1976, 2009), etc): definida una relación de preferencia (con más o menos propiedades de asimetría, transitividad, completitud...) entre las alternativas, el decisor es capaz de seleccionar su ‘mejor opción’, o ‘mejores opciones’, si se permite indiferencia entre distintas alternativas. Formalmente:

**Definición 4.** Una correspondencia de elección  $X$  sobre un dominio  $D$  es racional si existe una relación binaria  $R$  sobre  $X$  tal que  $C(S) = \{x \in S: xRy, \forall y \in S\}$ .

Según las propiedades que verifique la relación binaria  $R$  así será racional la correspondencia de elección: si  $R$  es acíclica, decimos que

$C$  es acíclica racional (o racionalizable), si es un preorden completo ( $R$  transitiva y completa) decimos que es completamente racional...

La economía experimental muestra, sin embargo, abundantes evidencias contra este modelo estándar de elección racional con casos de, por ejemplo, aciclicidad (Tversky (1969), entre otros) o de incapacidad para no comparar opciones (no completitud). Esto ha hecho que se consideren otros tipos de definición de 'elección racional' a las que nos referiremos más adelante.

- La atención limitada (Masatlioglu et al. (2012), etc.) es la incapacidad de los agentes para observar el conjunto de opciones disponibles. Hoy, casi en cualquier búsqueda es raro que aparezcan unas cuantas opciones, más bien al contrario, suelen aparecer páginas y páginas de opciones que nunca llegamos a tener en cuenta. De modo que muchas veces elegimos la alternativa  $x$ , que un observador externo puede pensar, fue porque la preferíamos a la alternativa  $y$ , cuando simplemente fue porque no fuimos conscientes de que teníamos la alternativa  $y$  disponible. ¿Esto supone que ha habido una 'mala elección' por parte del decisor? Este puede tener perfectamente definida su relación de preferencia, solo que la ha aplicado a un subconjunto del conjunto de alternativas (a las que aparecen en la primera página, por ejemplo), a lo que en la literatura de marketing y finanzas se denomina un 'conjunto de consideración'. El decisor, en definitiva, aplica una serie de filtros (consciente o inconscientemente) que lo llevan a no considerar todas las alternativas posibles y a centrarse en un subconjunto de estas, que a la postre resulta en una reducción de la complejidad del problema.

En este sentido cabe plantearse la posibilidad de que el decisor no sea tan irracional como parece mostrar el comportamiento observado, sino que aplique algún concepto de racionalidad diferente que deja una elección final no maximal por una única preferencia. Incluimos en las si-

guintes subsecciones algunas consideraciones sobre la posibilidad de que concurren varias preferencias sobre un conjunto de alternativas o de que la atención del decisor no se centre en el conjunto total de ellas.

## **2.1. Racionalidad por varios racionales**

No es extraña la presencia de varias preferencias sobre un mismo conjunto de alternativas. Bien porque un mismo decisor valora diferentes características, bien porque son varios los decisores, cada uno con su preferencia al respecto. Una opción sería elegir un maximal por alguna de ellas (la más barata, la del decisor con más experiencia...). En Kalai et al. (2002) se estudia la ‘racionalización por múltiples racionales’, definiendo como elemento seleccionado aquel que es maximal en un conjunto para alguna de las relaciones de preferencia estricta definidas en el mismo, y estudian el mínimo número de órdenes que racionalizan un determinado proceso de decisión (si es uno único, la función es racional en sentido clásico).

Cuando las distintas preferencias responden a distintas características, ¿cuándo dejamos de profundizar en las características para comparar opciones? En Tavana et al. (2016) se representan situaciones como las que ocurren en la mayoría de las ocasiones: tomamos decisiones con información imperfecta, pero existe la posibilidad de ir adquiriendo información adicional. Estos autores formalizan un proceso de comportamiento óptimo de adquisición de información de un decisor racional (consideran decisores con preferencias estrictas y completas) con productos definidos por dos características y actitudes diferentes hacia el riesgo, lo que lleva a diferentes incentivos por la adquisición de información. Algo similar ocurre si se considera la capacidad de asimilación de información del decisor, con diferentes incentivos dependiendo del número de observaciones/réplicas que son requeridas. El decisor no resuelve un problema clásico, sino que ‘busca un producto suficientemente bueno dadas sus preferencias y creencias’.

Es habitual que esa incapacidad, o capacidad limitada, para asumir información sobre las distintas características de un producto (por ejemplo, un ordenador), bien porque no entendemos aspectos técnicos, o porque la información llega a ser excesiva de modo que a veces preferimos quedarnos con la opción que responda a una de las cuestiones más básicas (en el ejemplo del ordenador nos fijamos en que trabaje a una velocidad adecuada o, simplemente, el que sea más barato). En ese sentido lo que el agente acaba haciendo en muchas ocasiones es ‘copiar a otros’. Está demostrado (Sims et al. (2013)) que el aprendizaje de los demás afecta de forma directa a nuestras decisiones. Existe numerosa literatura en este sentido que prueba el comportamiento consistente en la “copia del comportamiento de otro”, en particular cuando la decisión o actuación va a ser pública. La capacidad de realización de réplicas (copias) de una misma situación a gran velocidad e introduciendo alteraciones permite a la IA aprender de situaciones pasadas y predecir mejores actuaciones futuras o, al menos, descartar algunas por considerarlas peores, y hacerlo, además, mucho más rápidamente que un humano. Acaba casi de nacer el chat GPT y ya es capaz de ‘crear’ soluciones de problemas a partir del conocimiento almacenado.<sup>1</sup>

Otro modo de aplicar varias preferencias sobre un conjunto de alternativas es hacerlo de forma secuencial, eligiendo un orden de aplicación, o lexicográfica, aplicando criterios sucesivos solo en caso de que haya empate en los previos. En la mayor parte de la literatura que relaciona elección secuencial con decisiones económicas se habla de la utilización de resultados pasados para decisiones futuras. De nuevo la IA brinda su capacidad para el análisis de enormes cantidades de datos que pueden llevar a anticipar mejores asociaciones. Nos ayuda a limitar el número de alternativas: pensemos en las búsquedas que hacemos y en la posibilidad de ordenar resultados por alguna característica o de ir eliminando alterna-

---

<sup>1</sup> Su influencia en la docencia (general y universitaria en particular) resulta un tema tremendamente atractivo, pero fuera de los objetivos de este trabajo.

tivas que no verifiquen ciertos requisitos (filtros). En ese sentido, desde un punto de vista teórico, se ha pretendido relajar las propiedades o definir otro tipo de ‘racionalidad’, en concreto mencionamos aquí algunos casos de ‘elecciones secuenciales’ (Manzini y Mariotti (2007), Apestegui y Ballester (2013), Garcia-Sanz y Alcantud (2015), entre otros).

Desde un punto de vista teórico no es extraño observar un comportamiento de aplicación secuencial de distintas preferencias:

$$C(S)=C(S) = \max_{R_n}\{\max_{R_{n-1}}(\dots(\max_{R_1}(S)))\}$$

En el trabajo García-Sanz y Alcantud (2015), por ejemplo, se caracteriza el comportamiento de un decisor mediante la aplicación secuencial de dos criterios con propiedades verificables y fácilmente admisibles en el comportamiento de un agente, a saber:

- Si una alternativa  $x$  nunca es elegida cuando otra alternativa  $y$  está disponible, entonces siempre que  $x, y \in S$  debe ser  $C(S) = C(S \setminus \{x\})$ .
- Expansión. Dada una familia de subconjuntos de alternativas  $\{S_i\}_{i \in I}$ , si  $x \in C(S_i)$ ,  $\forall i \in I$ , entonces debe ser  $x \in C(\cup_{i \in I} S_i)$ .
- Weak WARP (Axioma débil de la preferencia revelada debilitado). Para cualesquiera  $x, y \in X$  y  $S, T \in D$  tales que  $\{x, y\} \subseteq S \subseteq T$ ,  $C(\{x, y\}) = \{x\}$  y  $x \in C(T) \Rightarrow y \notin C(S)$ .

Manzini y Mariotti (2007) habían realizado previamente un análisis completo para funciones de elección (una única alternativa es seleccionada) en el caso de dos y tres relaciones binarias. Apestegui y Ballester (2013) restringen su estudio a racionalidad secuencial por racionales acíclicos.

## 2.2. Elección aconsejada

En favor de la primera idea de racionalidad, la clásica, hemos de decir que no son pocas las situaciones en las que esa relación de preferencia (transitiva y total) es obligada. Por citar un ejemplo, los presentados a los exámenes MIR, EIR, BIR, etc., deben ordenar todas las posibles alternativas para realizar su residencia de manera estricta a la hora de hacer su solicitud. Deben, en definitiva, tener definida una preferencia transitiva y completa sobre el conjunto de opciones. El agente tiene (o está obligado a tener) clara su preferencia y, sin embargo, el comportamiento observado resulta no ser tan racional a los ojos del observador porque en la elección final se observan ciclos o que la alternativa que sabíamos era la preferida no es la finalmente seleccionada... ¿Qué ha ocurrido? ¿Ha sido irracional el decisor en su comportamiento? Parece claro que no ha sido así, sino que lo que ha ocurrido es que ha cambiado el conjunto de alternativas al que finalmente pudo aplicar su preferencia el decisor en cuestión a la hora de elegir.

García-Sanz y Alcantud (2021) formalizan este tipo de situaciones, en concreto el caso en el que un decisor aplica el criterio de utilidad indirecta (UI) para ordenar subconjuntos de alternativas, pero no aplicado al conjunto completo de opciones sino a un subconjunto de estas anteriormente preseleccionado (seleccionado, por ejemplo, por un buscador, un experto, la aplicación de diversos filtros...).

Introducimos, en primer lugar, la definición de ranking de subconjuntos de alternativas por el criterio de utilidad indirecta, de modo que un conjunto  $A$  es preferido a un conjunto  $B$ ,  $A \succ B$ , atendiendo a los mejores elementos con respecto a la preferencia definida entre las alternativas. Formalmente:

**Definición 5.** Si  $X$  es un conjunto de alternativas y  $A$  y  $B$  dos subconjuntos de  $X$ , diremos que  $A \succcurlyeq B \Leftrightarrow \max(A) R \max(B)$  siendo  $R$  un preorden completo -relación binaria y completa- definido sobre  $X$ .

En el caso que nos ocupa, se aplica el criterio de UI a una selección previa de alternativas, preselección que se formaliza mediante una correspondencia de elección  $C$  sobre el conjunto de subconjuntos de alternativas, y quedando así definido el ranking asociado a  $R$  y  $C$ ,  $\succcurlyeq_C$  como

$$A \succcurlyeq_C B \Leftrightarrow \max(C(A)) R \max(C(B))$$

El ranking de utilidad indirecta (y el definido arriba también) verifica la propiedad de que cada subconjunto de alternativas es indiferente a alguno de sus subconjuntos unitarios

$$\forall S \subseteq X, \exists x \in S: S \sim \{x\}$$

En definitiva, estamos en una situación en la que sabemos que tenemos que llegar a la selección final de una única alternativa, de modo que el comportamiento del decisor verifica, para el observador, la propiedad de que el subconjunto de alternativas al que se enfrenta es indiferente al conjunto unitario que contiene a la alternativa finalmente seleccionada (puede haber varias opciones indiferentes entre ellas y eso supondría varios conjuntos unitarios indiferentes entre ellos y a la vez al conjunto que los contiene-). Si lo ilustramos con el ejemplo del MIR, si un residente tiene como mejor opción  $x_i =$  "hacer Hematología en Salamanca" o  $x_j =$  "hacer Hematología en el hospital San Carlos de Madrid" tendríamos que

$$\{x_1, \dots, x_n\} \sim \{x_i\} \sim \{x_j\}$$

y, en general, cualquier  $S$  debe ser  $S \sim \{x\}$  para algún  $x \in S$ .

Se prueba que en tal circunstancia el decisor tiene un preorden completo definido sobre sus alternativas y existe una correspondencia (externa al modelo) que garantiza que el decisor ha elegido aplicando su preferencia al subconjunto previamente seleccionado por la correspondencia,  $C(S)$ .

**Teorema 1.** Sea  $X$  un conjunto de alternativas y sea  $\succsim$  un ranking de subconjuntos de  $X$ . Entonces, existe un preorden completo  $R$  sobre  $X$  y una correspondencia de elección  $C:P^*(X) \rightarrow P^*(X)$  tal que  $\succsim$  es el ranking asociado a  $R$  y  $C$  (es decir,  $\succsim = \succsim_C$ ), si y solo si  $\succsim$  satisface que cada su conjunto de alternativas es indiferente a alguno de sus subconjuntos unitarios.

¿Es racional ese ‘consejero’ que descarta alternativas? En el caso de una preselección completamente externa habría que valorar cómo se ha hecho el proceso, pero también puede ser el resultado de uno o varios filtros previos, de alguna restricción aplicada por obligación legal o cualquier otra causa, por un buscador o algún algoritmo de inteligencia artificial disponible para el decisor.

Al respecto, Dogan y Yildiz (2022) prueban que cualquier función de elección (solo una alternativa es seleccionada) es “pro-con racionalizable” (se selecciona la alternativa que verifica que la diferencia entre los pros y contras que se utilizan para valorarlas es mayor que en el resto -pros como ‘la más atractiva, la más saludable, la más sostenible...’ y contras como ‘la más arriesgada, la más cara...’). Sin embargo, esto no es así para las correspondencias o las elecciones multivaloradas, que es el caso que nos ocupa. Es más, en García-Sanz y Alcantud (2021) se prueba en que esta correspondencia de elección no es única (basta, claro, con que seleccione de cada subconjunto las alternativas que luego serán elegidas por el decisor).

### 3. A modo de conclusión

De todo lo dicho anteriormente parece concluirse que más que ‘irracionales’ los agentes, al tomar decisiones, son ‘bastante limitados’. Es más un problema de no observar todas las alternativas disponibles o de no ser capaces de compararlas por limitaciones a la hora de adquirir información sobre sus características, que de no tener una preferencia clara sobre las

opciones. La IA ofrece grandes oportunidades en ese sentido ya que su capacidad para predecir a partir del tratamiento de bases de datos pasados es enorme y rápida, pudiendo ayudar a acotar el conjunto de opciones. Elegir bien el modelo y elaborar bien el algoritmo es fundamental para que los resultados se acerquen a los deseados.

Para terminar, incluimos un par de comentarios inspirados por Duan et al. (2019) respecto de la ‘Inteligencia artificial para la toma de decisiones en la era del Big Data - evolución, retos y agenda de investigación-’.

Respecto de la implementación de la IA, aceptar su éxito ha supuesto un cambio de cultura tanto en las organizaciones como en el comportamiento individual (Proposición 11 en Duan et al. (2019)), algo que no continuará produciéndose a medida que esta implementación se generalice en la mayor parte de los ámbitos, como parece que será.

Respecto de la interacción ‘tecnología-ser humano’, el siguiente teorema resume una conclusión clara de este trabajo: Dejemos que la IA nos ayude, cuanto más mejor, a tomar decisiones o a descartar alternativas, pero seamos nosotros los decisores finales incluso a riesgo de equivocarnos.

**Proposición 1.** (Proposición 4 en Duan et al. (2019)). La IA puede jugar múltiples roles en la toma de decisiones, pero IA será mayoritariamente aceptada por decisores humanos como herramienta de apoyo o mejora, más que como autómatas de decisión que los reemplace.

## Referencias

- Aleskerov, F., Bouyssou, D. y Monjardet, B. (2007). Utility maximization, choice and preference, volume 16. Springer Science & Business Media.
- André, F. J., Arguedas, C. y Rousseau, S. (2021). Strategic pricing, lifespan choices and environmental implications of peer-to-peer sharing. En EAERE-Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists-2021/06/24, Location: Berlin, Germany (online).
- Apestequia, J. y Ballester, M. A. (2013). Choice by sequential procedures. *Games and Economic Behavior*, 77(1):90-99.
- Arrow, K. J. (1959). Rational choice functions and orderings. *Economica*, 26(102):121-127.
- Barberá, S. (2009). El uso del lenguaje matemático aporta precisión y claridad a la economía. Entrevistado por Sherezade Alvarez Alaguero. *Matematicalia*, 5(1).
- Blair, D. H., Bordes, G., Kelly, J. S. y Suzumura, K. (1976). Impossibility theorems without collective rationality. *Journal of Economic Theory*, 13(3):361-379.
- Dogan, S. y Yildiz, K. (2022). Every choice function is pro-con rationalizable. *Operations Research*.
- Duan, Y., Edwards, J. S. y Dwivedi, Y. K. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of big data-evolution, challenges and research agenda. *International journal of information management*, 48:63-71.
- García-Sanz, M. D. y Alcántud, J. C. R. (2015). Sequential rationalization of multivalued choice. *Mathematical Social Sciences*, 74:29-33.
- García-Sanz, M. D. y Alcántud, J. C. R. (2021). An advised indirect-utility ranking of opportunity sets. *Symmetry*, 13(1).
- Kalai, G., Rubinstein, A. y Spiegel, R. (2002). Rationalizing choice functions by multiple rationales. *Econometrica*, 70(6):2481-2488.

- Manzini, P. y Mariotti, M. (2007). Sequentially rationalizable choice. *American Economic Review*, 97(5):1824-1839.
- Masatlioglu, Y., Nakajima, D. y Ozbay, E. Y. (2012). Revealed attention. *American Economic Review*, 102(5):2183-2205.
- Richter, M. K. (1966). Revealed preference theory. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 635-645.
- Sen, A. K. (1971). Choice functions and revealed preference. *The Review of Economic Studies*, 38(3):307-317.
- Sims, C. R., Neth, H., Jacobs, R. A. y Gray, V. D. (2013). Melioration as rational choice: Sequential decision making in uncertain environments. *Psychological review*, 120(1):139.
- Suzumura, K. (1976). Rational Choice and Revealed Preference. *The Review of Economic Studies*, 43(1):149-158.
- Suzumura, K. (2009). Rational choice, collective decisions, and social welfare. Cambridge University Press.
- Tavana, M., Di Caprio, D. y Santos Arteaga, F. J. (2016). Modeling sequential information acquisition behavior in rational decision making. *Decision Sciences*, 47(4):720-761.
- Tversky, A. (1969). Intransitivity of preferences. *Psychological review*, 76(1):31.
- Wilson, R. B. (1970). The finer structure of revealed preference. *Journal of Economic Theory*, 2(4):348-353.



**CLAUSURA DEL  
SOLEMNE ACTO ACADÉMICO**



# HACIA UNA ADAPTACIÓN PERMANENTE

## Conferencia de clausura



Dr. Jaime Gil Aluja

*Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*

En nuestro primer contacto con motivo del inicio de este encuentro que ahora finaliza, dedicamos una especial atención a la esperada evolución de nuestra sociedad, con cambios rápidos, profundos y en direcciones difícilmente predeterminables. De ahí, la aparición y desenvolvimiento de su complejidad y de su incertidumbre sobre el futuro.

Hablamos del importante papel de la **Escuela de Salamanca** en la gestación de lo que luego fue la Ciencia Económica, así como del acierto que hace medio siglo acompañó a los intelectuales del grupo **Quadrivium** en su apuesta, que resultó profética, por la necesidad de promover lo que se llamó **Civilización promocional** basada en la **educación permanente**.

Se proponía una nueva axiomática, para sustituir unos confusos axiomas existentes que no hacían otra cosa que facilitar unos objetivos materiales y políticos, por otra axiomática que amparaba la verdadera libertad, la del pensamiento, a **través de la educación**.

Esta axiomática, recordémoslo, estaba encabezada por: un **axioma de existencia** (la plenitud del ser humano es de naturaleza intelectual); un **axioma de extensión** (el deber esencial del ser humano consiste en contribuir a la promoción de los otros seres humanos); un **axioma de regulación** (el compromiso promocional es libre) y un **axioma de posibilidades mentales** (con

la ayuda de una pedagogía adecuada todo ser humano puede promocionar intelectualmente, sea cual fuere su edad y sea el que fuere su entorno).

Son tan sencillas a la vez que tan evidentes estas proposiciones que no precisan demostración alguna. No hubo duda entonces, en aceptar su naturaleza **axiomática**.

Poco a poco, se ha ido afianzando, después, el contenido humanista de las investigaciones realizadas, a costa de una **reducción** de sus aspectos mecanicistas.

En las sesiones que ahora finalizan, hemos tenido el privilegio de escuchar voces autorizadas que recuperan, a la vez que van amentando, el caudal del conocimiento heredado, sin limitar ni desmentir sus iniciales aspectos fundamentales.

En la **transformación digital** hemos observado, en varios de los trabajos presentados, una cierta inquietud sobre **la vida del humano en una sociedad digitalizada**, como consecuencia de la nueva educación de la juventud, por su formación y por las nuevas relaciones laborales del futuro.

En relación con el último de estos temas, han sido varias las referencias que los ponentes han hecho, algunos de ellos convencidos que el trabajo tendrá lugar de manera distinta, habida cuenta de las vivencias a las que hemos estado sometidos por los obligatorios confinamientos a causa de la pandemia de la Covid-19 y los trastornos en las relaciones económicas internacionales como consecuencia de la guerra ruso-ucrania.

Con un buen conocimiento de causa, puedo referirme a mi personal aportación de un nuevo algoritmo para reorganizar, optimizándolo, el trabajo de una empresa o institución con personal laborable estable gracias a la descripción de las **tareas** que forman un **puesto de trabajo**, por una parte, y gracias a la descripción de las **capacidades** de realizar trabajos digitalmente por parte de todo el personal de la empresa o institución, por otra.

También de una u otra manera, se han sugerido nuevas formas de aprovechar la transformación digital para incorporar en las empresas o instituciones **nuevas tareas y nuevos puestos de trabajo**, temas no abordados hasta ahora, dada la complejidad de nuestro mundo actual y la difícil percepción nítida del futuro.

Hemos aprendido, en este encuentro, que las posibilidades que ofrece la transformación digital son amplias en el área de conocimiento del **marketing y la publicidad**, sobre todo teniendo en cuenta la acumulación de informaciones y posibilidades de su estudio, no solo de las propias empresas, sino también, y sobre todo, de los eventuales consumidores, gracias a la nube de datos que sobrevuela sobre nuestras cabezas.

Conocer gustos, conocer las posibilidades adquisitivas de los consumidores está permitiendo, gracias también a los nuevos métodos de creatividad, **elaborar nuevos productos**, que, por otra parte, tienen, en un alto grado o nivel, la aceptación asegurada.

Cuanto acabamos de expresar constituye una concepción colectiva. Pero hay más, mucho más y mejor: quienes están estudiando los problemas de comercialización nos informan que, mirando el mañana, no será suficiente, económicamente, la comercialización masiva de productos. Cada vez esta estrategia deberá ser acompañada de la venta personalizada, sea **individual** o mediante **agrupación homogénea**.

Hasta ahora, se conoce bien, técnicamente, el lanzamiento de nuevos productos mediante campañas específicas o acciones publicitarias masivas para la venta a gran escala, pero los participantes a este encuentro, que ahora finaliza, han mostrado, con interés, la falta de acciones personalizadas, por la carencia de instrumentos de gestión capaces de tratar, de manera automatizada, una elevada cantidad de informaciones, para cada comprador o grupo homogéneo de comparadores, que deben ser suficientemente flexibles, para que aportando los nuevos datos que fuere necesario utilizar, resultara fácil y rápido obtener la respuesta adecuada.

Pero, como se ha puesto de manifiesto en esta jornada salmantina, no es este el caso de quienes formamos parte de la **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

Porque, ¿cuál es la diferencia entre crear y vender **productos financieros** y crear y proveer **puestos de trabajo** de cualquier naturaleza?

Las teorías básicas para sustentar la relación entre las tareas a realizar para conformar unos procedimientos específicos de trabajo pueden ser las mismas en un caso y en otro. Los operadores a utilizar podrán ser semejantes, ... Y, como conocen nuestros compañeros de esa **Escuela**, y habrán podido ver los presentes a estas sesiones, tenemos algoritmos humanistas publicados, por ejemplo, para el caso del área de financiación que pueden ser una referencia, siempre teniendo en cuenta el obligado paso desde el “Big Data” al “Smart Data”.<sup>1</sup>

Cada vez más está cambiando el Marketing y la Publicidad propia de épocas pretéritas, en cuanto a la matemática básica a utilizar para la composición de las operaciones. Y, así, se nos ha dicho, que cada vez se utiliza menos la matemática del azar en beneficio de la matemática de la incertidumbre.

Solo hemos tratado, en estos últimos comentarios, de entresacar, de todas cuantas ideas se han vertido, unos ejemplos que, por sí solos, ya justificarían nuestro compromiso social.

La Inteligencia Artificial, por tanto, será la mayor, mejor y más relevante extensión de la nuestra, pero como toda tecnología, desde el dominio del fuego a la televisión, no es buena o mala en sí, sino en el modo en que la utilicemos.

Déjenme apuntar, después de haber repasado su **gran potencial**, algunos riesgos de que este potencial se convierta en detrimento no menos ingente del

---

<sup>1</sup> Para quienes se encuentren situados en áreas del conocimiento alejadas a la nuestra, recordamos que la **Smart Data** no es más que la **Big Data** de la que se han filtrado, limpiado, las informaciones para que puedan ser directamente utilizadas.

progreso compartido: algunos profesores me apuntan que el ChatGPT permite a los alumnos copiar sus textos y presentarlos como propios. Es un riesgo inmenso de que sea la Inteligencia de la máquina y no la de los alumnos la que mejore con esos ejercicios.

Pero resumamos brevemente, para finalizar, otros tipos de riesgos de dicha tecnología que ya apuntamos en nuestra presentación de este encuentro.

Algoritmos sesgados: si un sistema de IA se entrena con datos sesgados, puede tomar decisiones sesgadas. Por ejemplo, un sistema de reconocimiento facial entrenado en un conjunto de datos mayoritariamente de pieles blancas, puede tener dificultades para reconocer a las personas con tonos de piel más oscuros.

Violaciones de privacidad: los sistemas de IA que recopilan y procesan datos personales pueden usarse para invadir la privacidad de las personas. Por ejemplo, un sistema de vigilancia impulsado por IA que rastrea los movimientos y actividades de las personas sin su consentimiento.

Desplazamiento laboral: la IA y la automatización pueden conducir al desplazamiento laboral, particularmente en industrias donde las tareas se pueden automatizar fácilmente.

Armamento: la IA se puede utilizar para crear armas autónomas que pueden tomar decisiones para atacar sin intervención humana.

Información errónea y noticias falsas: la IA se puede utilizar para generar noticias falsas y falsificaciones profundas, lo que dificulta que las personas distingan entre información real y falsa.

Manipulación: la IA se puede utilizar para manipular las emociones y los comportamientos de los humanos, por ejemplo, a través de anuncios personalizados y redes sociales.

## CLAUSURA

Es importante que los gobiernos y las empresas desarrollen pautas éticas para el desarrollo y uso de la IA a fin de mitigar estos riesgos y garantizar que la tecnología se utilice en beneficio de la sociedad en su conjunto.

Y, en fin, nos queda el problema de la confianza en lo que enuncia la Inteligencia Artificial: los ordenadores proporcionan respuestas que parecen correctas, pero que no siempre lo son, porque son las que suenan más creíbles basándose en probabilidades, después de haber analizado millones de datos de los que, tal vez, ni uno solo sea cierto.

Y ahora les revelaré que el texto anterior desde “Algoritmos sesgados” lo he extraído precisamente de ese Chat GPT y vertido en castellano con el Google Translate que tan bien conocen.

En definitiva, solo puedo concluir que la verificación de cuanto hemos expuesto, sí que es de quien les habla y que continua manteniendo la misma ilusión por la investigación y la búsqueda de la verdad que cuando se matriculó en la primea promoción de la Facultad de Ciencias Económicas de Barcelona, para ponerla al servicio de nuestras prosperidad compartida y compartir, además, la emoción y del “descubrimiento” junto con todos ustedes.

Esperamos seguir investigando, aprendiendo y trabajando juntos.

Gracias, Excmo. y Magfco. Sr. Rector de esta Universidad de Salamanca Dr. D. Ricardo Rivero Ortega, por su cordial acogida. Gracias a todos quienes han trabajado para que este Seminario haya sido una realidad.

Gracias, muchas gracias



*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  o   
están disponibles en nuestros respectivos canales de Youtube y Vimeo



## 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, Anna 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, Anna Maria; Amiguet Molina, Lluís; Boria Reverter, Sefa; Luis Bassa, Carolina; Torres Martínez, Agustín; Vizquete Luciano, Emilio.* 
- MO-53/19 *Índice de equidad de género de las comunidades autónomas de España: Un análisis multidimensional. Gil Lafuente, Anna 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, Anna 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, Anna M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa.* 
- MO-64/20 *Capacidades de Innovación Ligera en Iberoamérica: Impliaciones, 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, Anna 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.*  
Kyndland, F.; Kyndland, T.; Valero Hermosilla, J. y Gil-Lafuente, Ana M.  
- MO-70/21 *Ecología y tecnología para una nueva economía poscovid-19.* Ana María  
GilLafuente, Agustín Torres-Martínez, Tulia Carolina Guzmán-Pedraza, Sefa Boria-  
Reverter. 

## 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 Bélgica 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 analisis 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 Sytems 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. Calmíc, 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 Bouyououssi, 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, Anna 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, Anna 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 María.* 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)*, 2023.  



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

# Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

## SESIONES ACADÉMICAS NACIONALES

### JUNTA DE GOBIERNO

Excmos. Sres.:

JAIME GIL ALUJA (Presidente); ISIDRO FAINÉ CASAS (Vicepresidente); FERNANDO CASADO JUAN (Secretario); MONTSERRAT GUILLÉN ESTANY (Vicesecretaria); MARIO AGUER HORTAL (Censor); ANA MARIA GIL-LAFUENTE (Bibliotecaria); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Tesorero); ARTURO RODRÍGUEZ CASTELLANOS (Interventor); CARLES A. GASÓLIBA I BÓHM (Asesor Pte. Sección 1ª); JOSÉ ANTONIO REDONDO LÓPEZ (Asesor Pte. Sección 2ª); VICENTE LIERN CARRIÓN (Asesor Pte. Sección 3ª); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Asesor Pte. Sección 4ª).

## 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

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras organiza cada año un acto académico en una sede distinta de la geografía española. Este año 2023 se optó por la ciudad de Salamanca para llevar a cabo el encuentro nacional y como anfitriona la Universidad de Salamanca. Las nuevas circunstancias internacionales han propiciado la vuelta a la actividad presencial. La sede del Instituto Nacional de Ciberseguridad en León ha acogido parte de las sesiones académicas.

Las aportaciones científicas al encuentro que lleva por título: “Los nuevos desafíos y oportunidades de la transformación digital de la economía española” giraron en torno a los sistemas de digitalización como motor de la nueva economía y la transformación social, así como la sostenibilidad tecnológica como proceso de adaptación permanente.

La actividad científica y académica de la RACEF siempre sigue adelante adaptándose a las vicisitudes del entorno y fiel al mandato que tiene encomendado. En esta ocasión se ha asumido el reto de trabajar sobre una temática en pleno desarrollo e implementación con consecuencias económicas y sociales que están provocando una profunda reestructuración. Analizar los retos y las oportunidades que este proceso de transformación digital comporta permitirá alcanzar niveles de bienestar sostenible sin precedentes en la historia de la humanidad.



*Real Academia  
de Ciencias Económicas y Financieras*