



XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA



Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

LA VOZ DE LA CIENCIA ECONÓMICA FRENTE A LOS LÍMITES DE LA VIDA EN EL PLANETA XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA

Barcelona, 15 y 16 de noviembre de 2023

LA VOZ DE LA CIENCIA ECONÓMICA FRENTE
A LOS LÍMITES DE LA VIDA EN EL PLANETA

XVIII Acto Internacional de Barcelona
Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

La realización de esta publicación
ha sido posible gracias a



con la colaboración de



LA VOZ DE LA CIENCIA ECONÓMICA FRENTE
A LOS LÍMITES DE LA VIDA EN EL PLANETA

XVIII Acto Internacional de Barcelona
Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta” / Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

Bibliografía

ISBN- 978-84-09-61138-6

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

1. Economía 2. Sostenibilidad 3. Límites planetarios 4. Cambio climático

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

(Art. 41 del Reglamento)

Editora: ©2024 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona.

www.racef.es

Fotografía de cubierta: ©2024 Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, Barcelona

Imagen de cubierta: © www.freepik.es

Académica Coordinadora: Dra. Ana Maria Gil-Lafuente

ISBN- 978-84-09-61138-6

Depósito legal: B 10762-2024



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

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

Imprime: Ediciones Gráficas Rey, S.L.—c/Albert Einstein, 54 C/B, Nave 12-14-15
Comellà de Llobregat—Barcelona
Impresión Mayo 2024



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

BARCELONA ECONOMICS NETWORK

XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA

15 - 16 DE NOVIEMBRE DE 2023

“La voz de la ciencia económica frente a los
límites de la vida en el planeta”

ACTO ACADÉMICO

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras
“Una nueva metodología para la gestión de la sostenibilidad”.

PRIMERA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Mohamed Laichoubi

Académico Correspondiente por Argelia de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras

*“Déconstruction des Philosophies prédatrices ou Désarticulation des Equilibres
Fondamentaux de la Planète”.*

Dr. Alessandro Bianchi

Académico Correspondiente por Italia de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras

“Reflections on the limits of environmental sustainability”.

SEGUNDA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Juli Minoves Triquel

Académico Correspondiente por Andorra de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Anthropocene: How to Reconcile Economy, Politics and the Environment”.

Dra. Erna Hennicot

Miembro de Barcelona Economics Network

“A turning point in history could civilization and culture bring an answer?”.

TERCERA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Valeriu Ioan Franc

Académico Correspondiente por Rumanía de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Le développement soutenable. Une perspective humaniste”.

Dr. Korkmaz Imanov

Académico Correspondiente por Azerbaiyán de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Estimation of the social consequences level of countries economic development”.

Dr. Constantin Zopounidis

Académico Correspondiente por Grecia de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Carbon tariffs and unfair competition”.

CUARTA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. José Daniel Barquero Cabrero

Académico de Número de la RACEF

“El nuevo consumo global, el calentamiento del planeta y la nueva economía”

Dr. Mario Aguer

Académico de Número de la RACEF

“La economía ante la crisis climática”.

Dr. Federico González Santoyo

Académico Correspondiente por México de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras
“Selección del tamaño óptimo de empresas sustentables en la certeza e incertidumbre”.

QUINTA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Jean Askenasy

Miembro de Barcelona Economics Network
“La antropogénica destrucción irreversible de la tierra”.

Dr. Petre Roman

Miembro de Barcelona Economics Network
“Toma de decisiones bajo la incertidumbre. Un enfoque desde la perspectiva de los mercados financieros”.

SEXTA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. José M^a Sarabia y Dra. Montserrat Guillén

Académico Correspondiente por Cantabria de la RACEF, Académica de Número
“ Límites de la vida: qué nos informan los modelos económicos y ecológicos de extinción”.

Dr. Piergiuseppe Morone y Dra. Francesca Bonelli

Profesor de la Universidad Unitelma Sapienza de Roma
“Global trends and the role of a circular bio-economy for a sustainable and just transition”.

Dr. Domenico Marino

Miembro de la Barcelona Economics Network
“Complexity and sustainability in environmental economics”. (Ponencia grabada)

SÉPTIMA SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Dobrica Milovanovic

Miembro de la Barcelona Economics Network
“Economics and the Good Life”.

PROGRAMA

Dr. Carlo Morabito

Miembro de la Barcelona Economics Network

“Chaos and uncertainty in a resilient world”

Dr. Jean Pierre Danthine

Académico Correspondiente por Suiza de la Real Academia de Ciencias

Económicas y Financieras

“Recognizing the planetary boundaries: a paradigm change for the economy”.

CLAUSURA DEL XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

“Mirando el futuro con esperanza”.

ÍNDICE

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

BARCELONA ECONOMICS NETWORK

XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA

15 - 16 de noviembre de 2023

“LA VOZ DE LA CIENCIA ECONÓMICA FRENTE A LOS
LÍMITES DE LA VIDA EN EL PLANETA”

APERTURA Y PRESENTACIÓN

Dr. Jaime Gil Aluja
Una nueva metodología para la gestión de la sostenibilidad. 17

SESIÓN ACADÉMICA

Dr. Mohamed Laichoubi
*Déconstruction des Philosophies prédatrices ou Désarticulation
des Equilibres Fondamentaux de la Planète* 29

Dr. Alessandro Bianchi
Reflections on the limits of environmental sustainability 39

Dr. Juli Minoves Triquel
Anthropocene: How to Reconcile Economy, Politics and the Environment . . 47

Dra. Erna Hennicot
A turning point in history could civilization and culture bring an answer? . . 53

Dr. Valeriu Ioan Franc
Le développement soutenable. Une perspective humaniste 57

Dr. Korkmaz Imanov
*Estimation of the social consequences level of countries economic
developmentt* 79

ÍNDICE

Dr. Constantin Zopounidis <i>Carbon tariffs and unfair competition.</i>	93
Dr. José Daniel Barquero Cabrero <i>El nuevo consumo global, el calentamiento del planeta y la nueva economía.</i> 121	
Dr. Mario Aguer <i>La economía ante la crisis climática.</i>	159
Dr. Federico González Santoyo <i>Selección del tamaño óptimo de empresas sustentables en la certeza e incertidumbre</i>	171
Dr. Jean Askenasy <i>La antropogénica destrucción irreversible de la tierra.</i>	199
Dr. Petre Roman <i>Toma de decisiones bajo la incertidumbre. Un enfoque desde la perspectiva de los mercados financieros.</i>	205
Dr. José M ^a Sarabia y Dra. Montserrat Guillén <i>Límites de la vida: qué nos informan los modelos económicos y ecológicos de extinción.</i>	227
Dr. Piergiuseppe Morone y Dra. Francesca Bonelli <i>Global trends and the role of a circular bio-economy for a sustainable and just transition</i>	245
Dr. Domenico Marino <i>Complexity and sustainability in environmental economics</i>	277
Dr. Dobrica Milovanovic <i>Economics and the Good Life</i>	287
Dr. Carlo Morabito <i>Chaos and uncertainty in a resilient world.</i>	307
Dr. Jean-Pierre Danthine <i>Recognizing the planetary boundaries: a paradigmatic change for the economy.</i>	319

CLAUSURA DEL XVIII ACTO INTERNACIONAL DE BARCELONA

Dr. Jaime Gil Aluja
Mirando el futuro con esperanza 331

PUBLICACIONES

Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. . . . 341

APERTURA Y PRESENTACIÓN

UNA NUEVA METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

Conferencia Inaugural

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Las iniciales andaduras de una ciencia humanista

Desearía, que estas mis primeras palabras de bienvenida, logran transmitir los sentimientos de agradecimiento e ilusión de este viejo profesor hacia este grupo de científicos, reunidos aquí, una vez más, con la intención de aportar su saber y sus vivencias, con el objetivo de convertir en realidad los deseos de un mundo en paz, en convivencia, en colaboración y, en fin, con solidaridad, el máspreciado lema de nuestra Real Academia: **la prosperidad compartida.**

Nuestra especial bienvenida a quienes por primera vez pisan el suelo de nuestra sede social y miran el cielo azul de esta mediterránea ciudad, la que deseamos que, a partir de ahora, sientan suya como la sentimos nosotros: Barcelona.

Bienvenida Excm. Dra. Erna Hennicot, Ex Ministra de Luxemburgo.

Bienvenidos sean, también, los profesores Dr. George Atsalakis de la Universidad de Creta y Dr. Piergiusepe Morone de la Universidad Unitelma Sapienza de Roma.

Todos unidos, sin fisuras, seremos capaces de **continuar y llevar a buen fin** la renovación de las estructuras básicas de la ciencia económica, dando el nuevo sentido y la eficaz utilidad al nuevo mundo que estamos viviendo y en el que vivirán las próximas generaciones: complejo, cambiante e incierto.

Y decimos continuar, por cuanto llevamos ya dos decenios desde que recuperamos unas ideas surgidas de las reuniones habidas en París y Bruselas, en las que tuve el honor de participar, por parte de un grupo de intelectuales europeos, truncadas hace medio siglo, y reiniciadas por nuestra Real Corporación incorporando la aportación de Lofti Zadeh¹.

Así ha nacido la **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**, a la que pertenecen, ya, algunos de los aquí presentes.

No nos cabe la menor duda que esta nueva escuela del pensamiento económico alcanzará el reconocimiento general y pasará a la historia como pasaron, en su momento, la Escuela de Viena, la Escuela Inglesa, la Escuela Historicista Alemana, entre otras.

Nuestras importantes aportaciones con la numerización de la subjetividad y la generalización del “Principio del Tercio Excluido” mediante el “Principio de Simultaneidad Gradual”, han abierto las puertas a la creación de una ciencia económica de corte humanista.

Nuevos conceptos, redefinición de algunos ya existentes, creación de una original metodología, renovados modelos y eficaces algoritmos, dan fe de la vitalidad de esta nuevo enfoque de los estudios económicos.

Con el radical cambio del habitual concepto de **sujeto de las relaciones económicas** el “homo economicus” que siempre actúa racionalmente, por el “humano” simplemente, para el que todo pensamiento contiene un grado o nivel de racionalidad y un grado o nivel de subjetividad, se cierra el primer periodo de la gran transformación.

Pues bien, aquí nos hallamos, reunidos por la red internacional interdisciplinaria, la “Barcelona Economics Network”, para aportar nuevas ideas desde

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

perspectivas distintas e incluso diversas para consolidar, más aún, esta Escuela y avanzar en la creación de sus nuevas estructuras.

En la búsqueda de una proposición primera

Abrimos, con este propósito, el Acto Internacional de Barcelona de este año 2023. En esta ocasión, por decimoctava vez, el otoño barcelonés acoge a un grupo de intelectuales, aquí presentes, que desean añadir su saber y sus vivencias a las de todos cuantos alrededor de nuestro planeta han decidido dedicar sus esfuerzos a la salvación de la vida en nuestro mundo, desde una visión humanista.

Objetivo ambicioso, vasta tarea, difícil cometido, que solo será posible abordar aunando esfuerzos con los mejores y más dispuestos a realizar esta labor.

Porque, al intentar siquiera explicar el más íntimo significado de las palabras **salvar al planeta**, aparecen los primeros escollos. ¿Salvarlo de qué?, ¿Cuáles son los daños a evitar?, ¿quién y qué los provoca?, ¿por qué ocurren?, ...

Y así se acostumbran a plantear un sinnúmero de relaciones de **causalidad**, que nosotros preferimos llamarlas de **incidencia**, entre las cuales, a su vez, existen vínculos de igual o distinta naturaleza.

Son vinculaciones por incidencias que, por nuestra parte, intentaremos “numerizar”, con objeto de conocer su **intensidad**. Esta es nuestra ya larga lucha, porque consideramos que no es suficiente después de un correcto análisis reducir la respuesta a **un sí existe o un no existe** una relación de incidencia.

Dicho cuanto acabamos de señalar, no resultaría honesto, científicamente hablando, si después de anunciar la existencia de tal tupida red de relaciones, no intentáramos, por lo menos, proponer una vía que pudiera conducir a una **solución** a estas inquietudes, aún tan modesta como ella fuere.

Para este propósito, precisamos un llamémoslo “origen”, una **proposición** primera. Entre otras muchas, y desde una perspectiva económica ¿por qué no puede ser la **habitabilidad del humano en nuestro planeta?**

Creemos que somos capaces de realizar esta labor apoyándonos, como hemos señalado anteriormente, en nuestros padres científicos.

Por lo menos disponemos de un punto de apoyo fijado por quienes antes que nosotros han intentado y primariamente conseguido, enunciar unos conceptos y a través de operadores claros y sencillos “numerizar” las situaciones y las relaciones de incidencia que existen entre ellas.

Todo cuanto acabamos de relatar solo posee el valor de una simple proposición aceptada después de la debida reflexión.

Esta manifestación de honestidad, no debe ocultar que no es, ni mucho menos en este encuentro que ahora se inicia, cuando nuestra Real Corporación se incorpora entre quienes trabajan para luchar contra el gravísimo problema de la vida en la Tierra.

Recordemos que en la edición de noviembre del pasado año 2022, el lema del XVII **Encuentro Internacional de Barcelona** fue: “¿Por qué no un mundo sostenible? La ciencia económica va a su encuentro”.²

La sostenibilidad en nuestro planeta, ya tratada con creces en los trabajos que hemos realizado, adquiría, para nosotros, el más alto protagonismo, compartido con otros conceptos destinados a facilitar la tarea de formalizar una o más veces los muchos problemas a resolver de nuestro complejo mundo.

² Gil Aluja, J.: “Un caudal óptimo de flujos para la descarbonización” en ¿Por qué no un mundo sostenible? La ciencia económica va a su encuentro. Ed. RACEF, Barcelona, 2023. (ISBN: 978-84-09-48026-5)

Surge, como consecuencia de este grito de petición de ayuda, la palabra **metodología**, como nosotros la entendemos, es decir, como “la encargada de proteger la pureza del conocimiento objetivo y subjetivo de los contagios externos”.

Reforzando la solidez de las ciencias sociales a partir de la metodología es, a nuestro entender, el mejor de los caminos para conseguir esta protección.

La gran advertencia

Es curioso constatar que a pesar de las advertencias que de una manera u otra ha recibido la sociedad científica sobre la deriva que el problema de la sostenibilidad iba tomando desde hace más de medio siglo, su gravedad no era perceptible por los investigadores en todo su dramatismo, hasta hace pocos lustros.

Quizás ha influido en ello, por una parte, la ausencia de un debido análisis y cribaje de las fuentes de donde proceden las informaciones recibidas y, por otra, por las limitaciones provocadas por los estudios monocausales.

No es este nuestro problema, ya que recurriendo a la Fuzzy Sets Theory somos capaces de definir cualquier hecho o fenómenos por un número elevado de criterios.

En las sesiones de este **encuentro otoñal** correspondiente al pasado año 2022, señalábamos, por ejemplo, que fue el 5 de junio de 1972, cuando la O.N.U. dio la voz de alarma sobre el deterioro del medio ambiente de nuestro planeta, en el marco de la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano” celebrada en Estocolmo.

Se enunciaba, entonces, que el riesgo en que se estaba cayendo se hallaba ya ante nuestros ojos. Y, ello, a pesar de que la población mundial disponía para todo el año de los bienes generados en la naturaleza para su consumo desde enero hasta diciembre.

Ante la evidente gravedad, cada vez más percibida, de la sostenibilidad, se fueron instalando unos nuevos conceptos capaces de describir y realizar medidas o valuaciones a una nueva fenomenología, susceptibles de establecer comparaciones: relaciones, asignaciones, agrupaciones y ordenaciones.

Se incorporan, después, en la literatura económica, dos términos mayores: **biocapacidad**: capacidad del planeta para generar recursos y **huella ecológica**: consumo anual de recursos ecológicos por parte de la humanidad,....

Pero, sobre todo, toma cuerpo la noción de **Earth Overshoot Day**, que en español se acostumbra a traducir por “Día de la sobrecarga” o también “Día de la descarga”.

Con esta denominación se desea expresar la **fecha anual del calendario en la que los humanos del planeta Tierra han consumido los recursos naturales generados y que se estima se van a generar en todo el propio año.**

Como concepto, el Earth Overshoot Day, resulta atractivo, por cuanto el aumento de la deuda ecológica pone en evidencia la incapacidad de los recursos generados por el planeta para satisfacer las necesidades y deseos de estos recursos por parte de los humanos que lo habitan.³

Pero desde una perspectiva científica no basta con quedarse solo con estos tres conceptos, sino que es preciso dotarlos de una representación numérica.

Son variados y distintos los **operadores** a utilizar para la consecución de esta finalidad.

Para un trabajo como el que estamos realizando, parece razonable partir de la propuesta que, formulada por la **Global Footprint Network** (G.F.N.),

3 Gil Aluja, J.: “Un caudal óptimo de flujos para la descarbonización” en ¿Por qué no un mundo sostenible? La ciencia económica va a su encuentro. Pág. 88 y siguientes. Ed. RA-CEF, Barcelona, 2023 (ISBN. 978-84-09-48026-5)

se acostumbra a citar como punto de partida, como es nuestro caso, para la búsqueda de otros procedimientos en los que intervienen elementos de cálculo multiincidecial.

El Earth Overshoot Day (E. O. D.) se obtiene dividiendo la biocapacidad del planeta (en hectáreas globales) por la huella ecológica de la humanidad (en hectáreas globales) multiplicándola por 365, número de días del año.

Creemos que no es necesario insistir, en demasía, sobre las dificultades reales, aunque no formales, de establecer con precisión estos elementales cálculos en los que intervienen datos de prácticamente todos los países de nuestro mundo, con ideologías diferentes, instrumentos para el tratamiento de la información distintos, más o menos interés en el trabajo a realizar, etc,... Aun así, bienvenida sea esta información, aun considerándola indicativa.

Otro elementos a tener en cuenta en relación con el procedimiento de cálculo, con mirada científica, es el hecho de que la disponibilidad de las informaciones necesarias de cada país no es instantánea, inmediatamente después de finalizado el periodo (normalmente el “año natural”), sino que se alarga, a veces en demasía, por lo que los técnicos de la G.F.N. se ven obligados a realizar proyecciones de futuro, que pueden resultar “arriesgadas” en un contexto cambiante, lleno de incertidumbres.

Reiteramos que, a pesar de ello, para nuestra tarea presente, los datos que se nos ofrecen pueden ser suficientemente válidos, a la espera de que, quizás por nosotros mismos, podamos presentar una alternativa que los mejore.

Aun a pesar de nuestras dudas, vamos a aceptar, hoy, el dato generalmente utilizado y elaborado de la manera que hemos expuesto, según el cual, el momento en que tuvo lugar el último “Earth Overshoot Day” general, correspondiente al año 2022, fue el 28 de julio de ese año.

La secuencia de la degradación ecológica

Este breve recordatorio que acabamos de presentar debe ser, a nuestro entender, suficiente para introducirnos dentro de nuestro campo de investigación, la ciencia económica, a las tareas de quienes tratan de incorporar nuevos instrumentos de gestión a los estudios destinados a conseguir la **sostenibilidad** del planeta.

Haciendo un esfuerzo de resunción de este gravísimo problema y apoyándonos en el propio concepto de “Earth Overshoot Day” como cociente entre biocapacidad y huella ecológica, nuestra parcela de actividad investigadora debería buscar, como objetivo último, la **optimización de decisiones** para conseguir primero un cociente no menor que la unidad y después su mayor valor posible.

Muy bien, pues, siendo así de sencillo, bastará aumentar el minuendo (**biocapacidad**) y/o reducir el sustraído (**huella ecológica**)

Para ello, debe establecerse una valuación del conjunto de elementos que constituyen la **biocapacidad** y una valuación de elementos que forman la **huella ecológica**.⁴

Se trataría de un buen inicio para conseguir que la regeneración de recursos existentes y la disposición o nacimiento de nuevos recursos fuese mayor que los recursos consumidos en un mismo periodo de tiempo.

A modo, puramente indicativo, vamos a citar, ahora, los más importantes **conceptos** utilizados en el proceso que conduce a la degradación ecológica en una secuencia de incidencias.

⁴ Desde hace años se hace más presente en los estudios especializados la noción de huella ecológica como “impacto de la actividad humana en la naturaleza”.

Huella de carbono: **valuación del impacto en términos de CO₂ por todos los gases de efecto invernadero sobre la naturaleza.** El **impacto** tiene lugar por la emisión de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂).

Los **gases de efecto invernadero** dan lugar a un **calentamiento global.**

El **calentamiento global** produce un **cambio climático.**

Cambio climático, es decir la modificación del clima, se percibe por la variación de las condiciones de temperaturas y humedad habituales en un espacio geográfico.

Una advertencia: no hay que olvidar la **diferencia entre huella ecológica y huella de carbono**, olvido desgraciadamente demasiado frecuente.

Para ello, vamos a recordar que la huella ecológica es una **valuación del impacto**: la incidencia sobre el medio ambiente de todas las actividades humanas (individuales, familiares, empresariales, institucionales y sociales en general), con independencia de que sea o no mediante la emisión de gases de efecto invernadero.

La mayor generalidad de la huella ecológica con respecto a la huella de carbono hace que, frecuentemente, la huella ecológica sea considerada como un indicador de la **sostenibilidad.**

No existe, por nuestra parte, inconveniente alguno en aceptarlo así. Y sí así lo hacemos, podremos seguir en el camino emprendido para incorporar-nos de lleno en el problema de la habitabilidad del Planeta.

No transitamos con las manos vacías:

El carácter heterogéneo del impacto ambiental de las que hemos denominado actividades humanas, exige para establecer una cuantificación

del grado o nivel de las incidencias, una agrupación homogénea, tanto entre los elementos incidentes como entre los incididos, teniendo en cuenta que un elemento puede formar parte, a la vez, del conjunto de incidentes y del conjunto de incididos. Esto sí, habitualmente en un grado o nivel diferente.

La teoría de agrupaciones⁵ proporciona excelentes herramientas para dar una solución satisfactoria a este planteamiento en el ámbito de la sostenibilidad.

Nuestra propia Real Corporación se ha involucrado en esta línea investigadora al impulsar la creación y desarrollo de una “Cátedra de sostenibilidad empresarial” de la Universidad de Barcelona (U.B.) en colaboración con la Fundación Mutua Madrileña (F.M.M), dirigida por la Catedrática de Finanzas de aquella Universidad y miembros de la Junta de Gobierno de esta Real Corporación, Excma. Dra. Ana M^a Gil Lafuente.

En relación con este tema la Cátedra organizó y realizó, en el recientemente finalizado curso académico 2022-23, un ciclo de Mesas Redondas sobre Sostenibilidad empresarial.

La primera de ellas fue presidida por el CEO de BO Arquitectos, Sander Laudy, sobre sostenibilidad urbanística y vivienda (30 de marzo de 2023), la segunda fue dirigida por el Premio Nobel Finn Kydland sobre sostenibilidad del crecimiento en el sector primario (1 de junio de 2023) y la tercera sesión fue dirigida por el también Premio Nobel Erik Maskin que trató sobre sostenibilidad financiera (7 de junio de 2023).

En este nuevo curso académico 2023-24, se iniciará un segundo ciclo de mesas redondas. La primera de las cuales ha sido programada para el

5 La teoría de agrupaciones tal como se conoce hoy, fue formulada en la obra: Gil Aluja, J.: *Elements for a Theory of Decision in Uncertainty*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht 1999. Págs. 183-263. (ISBN: 0-7923-3987-9)

23 de enero de 2024 y versará sobre sostenibilidad energética. La ponencia principal estará a cargo del D. Enrique Asunción, Presidente de la empresa Wallbox.

Por parte de este Presidente ha sido larga y a nuestro entender provechosa la labor desarrollada en el ámbito de la sostenibilidad. El último de los trabajos elaborados fue presentado en la XX edición del Seminario Internacional “Penser l’Europe” que tuvo lugar en Bucarest los días 28 y 29 de septiembre de 2023.

En él, presentamos un trabajo: “Para una Europa limpia en un mundo sobrecarbonizado” en el que partiendo de la descripción de las fases del algoritmo sobre descarbonización descrito en el trabajo elaborado para el anterior Seminario Internacional de Barcelona de 17 y 18 de noviembre de 2022, de sus operadores y de sus correspondiente cálculos, tenía lugar la programación digital para, como así fue posteriormente, ser instalado en una plataforma en internet., la cual puede ser visitada, sin coste alguno por los eventuales utilizadores, con las claves que suministra la secretaría administrativa de la Real Academia.

Para quienes sienta curiosidad, interés o necesidad en realizar una prueba o un estudio para la descarbonización de un gran o minúsculo territorio podrán conseguir sus objetivos a partir del enlace existente en la página web de nuestra Real Corporación:

<https://barcelonahumanisteconomy.streamlit.app/>

en donde se ha abierto un enlace : “Algoritmos humanistas” en el que se debe aportar el email y una clave.

Evidentemente es preciso aportar los datos requeridos del territorio estudiado:

- Incidencias directas del conjunto de decisiones de descarbonización a adoptar para este fin sobre el grado de la carbonización del conjunto de actividades económicas y sociales.
- Incidencias directas de cada decisión para la descarbonización del conjunto de decisiones sobre la propia decisión descarbonizadora y sobre las demás decisiones descarbonizadoras del propio conjunto.
- Incidencias directas del grado de descarbonización de cada actividad económica y social sobre la propia actividad económica y social y sobre la descarbonización del resto del propio conjunto de actividades.

Todos estos datos expresados en el sistema endecadario del intervalo $[0, 1]$.

Con el mismo enlace, hemos colocado un caso, por nosotros elaborado, que hace referencia a un reducido territorio de nuestro país, en donde se parte de las teres informaciones solicitada, expresadas mediante tres matrices borrosas o difusas y se explicitan los resultados obtenidos y todo ello con solo un “click”.

Se trata, pues, de un rico exponente de lo que es y pueden llegar a ser, los resultado de la “Escuela de Economía Humanista de Barcelona”.

Una cita para el futuro

Animamos, una vez más, a quienes hoy van a participar en este XVIII Seminario Internacional de Barcelona y no forman parte de nuestra Escuela, que den un paso adelante.

Es bien cierto que les espera un duro trabajo, pero también lo es que la compensación es grande, inmensa: **un lugar en las páginas de la Historia Económica.**

DECONSTRUCTION DES PHILOSOPHIES PREDATRICES OU DESARTICULATION DES EQUILIBRES FONDAMENTAUX DE LA PLANETE

Dr. Mohamed Laichoubi
*Académico Correspondiente por Argelia de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

La Question environnementale longtemps confinée dans les sphères scientifiques a puissamment débordé vers l'espace politique à la faveur de l'impact causé par les catastrophes.

L'angoisse naissante des opinions générales sur les craintes encourues par les équilibres de la planète ont fait qu'elle s'est progressivement enracinée comme une conviction profonde mobilisant des combats politiques multiples. Elle est appréhendée comme existentielle.

Elle interroge désormais l'homme non seulement sur son rapport à la nature et à l'univers mais également à lui-même.

A telle enseigne qu'empruntant le chemin de l'action politique, elle est devenue une des rares causes en mesure de transcender les cadres partisans, les cadres nationaux, jusqu'au cadre religieux.

Néanmoins et à l'évidence cette question perturbe les sphères politiques tout autant que certaines sphères économiques qui privilégient face à cette problématique des palliatifs plutôt que des solutions de fond.

En effet projetons une analyse critique de l'évolution de la prise de conscience écologique dans les espaces décisionnels et tirons ensemble des enseignements.

Pour cela rappelons, sans qu'il s'agisse d'une liste exhaustive, quelques évènements marquants sur le plan écologique :

Les déversements du Torrey Canyon dans la Manche (1967), les nuages toxiques de Seveso (1976), l'Amoco Cadiz (1978), l'explosion d'une usine de pesticide Bhopal (1984), Tchernobyl (1986), Fukushima (2011).

En réponse et face à ces catastrophes, de nombreux sommets ont été organisés : Stockholm (1972), Rio de Janeiro (1992), Kyoto (1997, protocole en vue de réduire de 5,5% les émissions de Gaz à effets de serre à 2012 (Réf 1990)), Johannesburg (2002), un intermède avec le couronnement d'Al Gore, prix Nobel, puis la succession des COP depuis Berlin jusqu'à Charm El Cheikh COP27.

Ces grandes rencontres internationales tenues dans des contextes de pressions internes, ont généré comme de coutumes des paroles flamboyantes et théâtrales, caractéristiques, des grandes messes COP.

Antonio Guterres, Secrétaire Général de l'ONU parle de :

«**Autoroute vers l'enfer climatique**».

The Guardian de «**Point de non-retour**».

La revue The Lancet estime que «**le compte à rebours sur la santé et le changement climatique est réellement déclenché**».

Cependant au-delà de ces déclarations, les résultats sont très en deçà des espérances.

La situation elle, dans le réel confine à la **désespérance**.

En Europe l'exposition aux vagues de chaleurs s'est accrue, au cours de ces 70 dernières années, du fait de réchauffement qui a augmenté en moyenne de 3,4%. Un record mondial qu'aucuns des modèles de prévision n'avait envisagé.

D'ici 2100, l'augmentation envisagée est de 3°C, les catastrophes associés aux dérèglements climatiques seront multipliés par 50.

L'affaissement des sols menace 1/5 de la population mondiale (Venise, Téhéran, New York, Chine, ...).

La fonte des glaces notamment le Groenland : élévation du niveau de mer de plus d'un mètre (point de non-retour ?).

Les feux de forêt se sont multipliés dans le Globe avec des dommages incalculables, exemple en Californie 22,5 Mds USD.

Dès 1972 le rapport Meadows alertait déjà sur le risque de dépasser les limites planétaires dans un ouvrage intitulé «Les limites de la croissances (Denis et Donella Meadows, Jorgen Randers et William Behrens).

Ces éléments introduits à dessein en première partie de l'exposé nous ont permis d'étayer de façon concrète cette notion des limites de la vie de la planète mise en évidence dans un rapport inédit, par un groupement de chercheurs scientifiques internationaux qui a conclu au fait que la terre a dépassé sept des huit limites de sécurité scientifiquement établies pour la vie.

Les huit limites examinées par l'étude étaient le Climat, la Pollution de l'air, la contamination par le phosphore et l'Azote de l'eau due à une utilisation excessive d'engrais, les approvisionnements en eaux souterraines, les eaux douces de surface, l'environnement naturel non bâti et l'environnement naturel et bâti par l'homme.

La pollution de l'air était la seule limite planétaire qui n'étant pas tout à fait au point de danger mondial, mais qui était plutôt dangereuse au niveau local et régional.

Les limites planétaires sont un concept établi en 2009 par Johan Rockström au Stockholm Résilience Centre (avec l'université nationale australienne) à l'appui de 28 scientifiques à travers une étude devenue une référence dans l'écologie. A Safe Operating Space for Humanity publiée dans la revue scientifique la plus réputée au monde nature.

Cette étape scientifique franchie, même si elle ne constitue pas la rupture totale tant espérée avec les anciennes démarches, permet néanmoins l'initiation de nouvelles approches plus efficaces.

Les concepts de globalité et de cohérence sont ainsi introduits dans ce sujet.

En effet la planète n'est plus un espace sectorialisé où les éléments sont indépendants les uns des autres.

C'est ce crédo inavoué de sectorialisation qui permettait à certains de suggérer à partir de vision mécanistes, de pallier aux dysfonctionnements en agissant sur la seule réduction des gaz à effet de serre CO2.

Cette vision segmentaire a abouti à une géopolitique des négociations climatiques, une véritable géopolitique du marchandage absurde du modèle ONUSIEN.

En fait l'action ne sera déterminante que si l'on s'attaque aux causes structurelles.

El Maari spécifiait à ce sujet :

«Le monde nous parle et nous sermonne de mille façons, alors que les hommes le croient muet»

Apparemment il est écouté par une bonne partie des opinions européennes notamment en France puisque 72% estiment que les conditions de vie deviendront extrêmement pénibles d'ici une cinquantaine d'années.

62% adhèrent à la nécessité de modifier de façon importante les modes de vie.

Pour rappel également la lettre F a été dramatiquement d'actualité cet été. En effet trois flammes ont consumé nos espoirs.

Trois flambées se sont déclenchées, flambée des forêts, flambée des prix, et flambée des crises géopolitiques avec leur train de drames.

Et si les uns et les autres ne font pas le lien entre ces différents sujets, elles le font bien en sachant que le moteur est en réalité la philosophie de dominations, de compétitions exacerbées et luttes acharnées et destructrices.

C'est donc sur cette problématique essentielle, même si l'impact apparaît dans des domaines différents, que les sciences économiques, science de l'impossible devront s'engager dans une démarche de déconstruction d'un système conceptuel qui a sévit sur les 70 dernières années.

Néanmoins, comme le précise Keynes :

«La difficulté n'est pas de comprendre les idées nouvelles, mais d'échapper aux idées anciennes».

Cette déconstruction va surtout viser ce que Patrick Banon a intitulé la refondation du monde qui s'était tracé comme objectif la modernité, or elle a en fait surtout accompagné une recherche effrénée d'autonomie de l'individu.

Cette affirmation de l'**individualisme** qui a favorisé les doctrines dites **utilitaristes qui se sont** amplifié et ont privilégié l'intérêt économique dans le rapport aux choses.

Les concepts de rentabilité et de marchandisation s'imposent avec un système de consommation historique devenu modèle culturel.

Très rapidement le savoir s'est **segmenté** et l'Economie a accaparé les sciences en grande partie et s'est éloigné progressivement des **référénts et valeurs** qu'elles partageaient avec les **Sciences humaines**.

La **maison** du savoir et de la connaissance, **a éclaté**, elle s'est fragmentée.

Une nouvelle «**Cohérence**» se crée avec ses dimensions économiques, philosophiques, Institutionnelles.

Dès lors le rapport au temps se définit comme objectif, de maximiser le profit et le plaisir.

Additionnellement à ces dimensions marchandes et technoscientifiques, les **compétitions Géopolitiques exacerbées** viennent à leur tour **complexifier** ce rapport à la Science et à l'économie.

Face à ce tableau d'aucuns estiment que l'Economie est coupée de sa base sociale. Qu'elle s'est mise à gouverner le social.

Ils estiment que l'économisme désagrège la société, il dévore les relations sociales et rapports sociaux et affronte du coup la nouvelle société en convulsion.

Les conflits entre la démocratie et les marchés s'exacerbent et devant la financiarisation, le politique montre son impuissance.

La maîtrise de la définition du futur des sociétés n'est plus l'apanage des politiques d'autant que ces espaces sont investis par de nouveaux profils.

Les désenchantements auront été grands, d'autant que pour un certain nombre d'opinion la Globalisation a accéléré le processus d'incompréhension et multiplié les questionnements.

Le chômage de masse qui s'installe, **l'exclusion**, la **marginalisation** ainsi que la **pauvreté** et les **catastrophes écologiques modifient la perception de avancés techniques**.

Bobineau estime que les **doctrines** et les grandes causes en Europe, les grands dispositifs Institutionnels **qui ont fondé la société moderne et industrielle sont définitivement délégitimés**.

Le progrès pour tous n'est pas au rendez-vous, loin de là.

Il s'agit pour être plus juste d'évoquer plutôt «La destruction créatrice» pour reprendre les termes de **Joseph Schumpeter**, qui a introduit cette **incertitude financière**, ce que l'économiste américain Franck Knight estime être **«L'incertitude radicale»** et ceci sur fond **de crise religieuse**.

L'Etat a changé, il n'est plus le régulateur social, il a cédé aux dimensions marchandes.

Face à ces bouleversements, il est noté une fragmentation et un émiettement de la pensée politique avec l'émergence de populismes ainsi que son lot de ruptures sinon de radicalismes.

Les nationalismes se réaffirment progressivement alors que les populismes prennent de l'ampleur.

La citoyenneté se réalise dorénavant dans la défiance

C'est dans ce contexte que l'Emergence de nouvelles puissances démographiques et technologiques s'affirme et créent de nouvelles Aires de puissances économiques qui se consolident de façon spectaculaire. Les compétitions s'exacerbent et s'accélèrent.

Certaines visions semblent plus obnubilées par des recompositions géostratégiques orientées à leur avantage que par la recherche de solutions durables. En effet ce besoin de domination a été souvent le moteur de l'Economie mondiale, il a même été le paramètre essentiel de l'architecture du système mondial.

Certains analystes considèrent que nous avons trop fait confiance à l'idéologie néo-libérale, ils estiment que :

“Le XXème siècle est certainement le siècle qui a le plus provoqué le destin, qui a le plus manifestement invoqué le futur, le plus projeté, rêvé, construit, massacré, et modifié les équilibres de la Biodiversité et des Institutions traditionnelles en son nom.”

Heidegger évoque précisément cette **philosophie négative**, en désavouant.

«Ce besoin de domination» qui habite les hommes vis-à-vis de leurs semblables ou même de la nature comme le prônait Descartes.

C'est pourquoi à notre sens, l'économisme a trahi, sa dictature a fragmenté la pensée et mis en échec nos imaginaires.

Or sans imaginaire nous ne pourrions investir notre intelligence dans la création aujourd'hui de notre Futur.

L'économie est devenue une science des rapports de force. Elle n'est plus une organisation de la collectivité humaine conçue pour la création de richesses et de biens. Elle a chassé la pensée et gouverne maintenant l'espace politique.

Dans cet ordre d'idées, M. Seren Florensa (Dr de l'Institut Européen Méditerranée) estime. Début de citation : « la classe politique se satisfait de

rapports d'experts, de statistiques et de sondages, elle n'a plus de pensée, elle n'a plus de culture, elle ignore Shakespeare, elle ignore les sciences humaines, elle ignore les méthodes qui seraient aptes à concevoir et traiter la complexité du Monde, à lier le local au global, le particulier au général. Privée de penser, elle s'est mise à la remorque de l'économie. » Fin de citation.

Tout ceci il faut le rappeler vient s'additionner à des fins de cycles fondamentaux de la planète :

Cycles énergétiques saturés, Industries polluantes, Agriculture extensive avec l'usage des pesticides, alimentation transgénique OGM, pénurie d'eau, insécurité alimentaire.

Il est évident que les modèles et stratégies de développement planétaires, arrêtés entre les deux guerres, ont atteint leur asymptote.

La nécessité d'autres approches en harmonie avec la cohérence de la planète et la préservation de l'espèce humaine doivent être initiées, leur élaboration est à portée de main.

Cependant les projets qui attendent l'humanité sont des projets qui ne peuvent être entamés qu'en commun.

Au vu de l'ensemble de ces éléments il apparaît fondamental qu'au plan Interne il faille réintroduire l'Etat régulateur des solidarités et gestionnaire de l'intérêt général.

Au plan International il faut organiser une responsabilité collective et solidaire sans laquelle les chantiers évoqués ne seront que partiellement traités et revoir l'organisation Institutionnelle.

Par ailleurs il faut introduire les pays émergents dans l'espace décisionnel mondial (20% de la population mondiale gère 80% des richesses).

Concrètement l'économie mondiale pour retrouver sa fluidité a besoin que la pauvreté se réduise.

Bibliographie

- 1- 40 ans d'Histoire. Une prise de conscience par étapes, Le Moniteur, 26 février 2008.
- 2- Le capitalisme est-il compatible avec les limites écologiques ? Prix Veblen du jeune chercheur 2017, Antonin Pottier.
- 3- Les Français aspirent à changer de modèle de société mais sont pris dans des injonctions contradictoires, La lettre ADEME Stratégie, Janvier 2023.
- 4- Critiques du libéralisme économique, Wikipédia l'encyclopédie libre, 06 Novembre 2023.
- 5- Face aux limites de la planète, Muséum National d'histoire naturelle, 05 Novembre 2023.
- 6- L'économie : une science "impossible" – Déconstruire pour avancer Michel Devoluy, 12 Aout 2021.
- 7- La terre s'enfonce sous nos pieds un peu partout dans le monde : voici pourquoi, Morgane Gillard, 09 Novembre 2023.
- 8- Point de vue, À qui appartient la Terre ? Huey D. Johnson, 06 Novembre 2023.
- 9- L'Economie mondiale de demain vers un essor durable ? OCDE, 1999.
- 10- Les neuf limites que l'humanité doit respecter pour garder la planète habitable, Claire Asher, Mongabay, 26 juillet 2021.

REFLECTIONS ON THE LIMITS OF ENVIRONMENTALS SUSTAINABILITY

Dr. Alessandro Bianchi
*Académico Correspondiente por Italia de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Preface

The theme of the limits of life on the Planet involves multiple fields of scientific knowledge. This paper deals with a particular aspect of this broad topic: environmental sustainability

So the main topics are:

Breaking point: industrial revolution and population explosion

Current-Macrophenomena: Ozone hole, Desertification, Melting of polar ice, Extreme climate events, Sea pollution

Environmental sustainability: Agreements and disagreements

A wrong step: COP 28 in Dubai

Addendum: after the “*Global Stocktake*”

Breaking point

The breaking point of the relationship between Humanity and Nature dates back to the second half of the 18th century, that is to say over two hundred and fifty years ago, when the so-called “*Industrial Revolution*” began in Great Britain.

In my opinion we should more correctly call it “*energy-technological-industrial revolution*”, because the triggering event was the invention of me-

chanical energy, which was followed by a sudden evolution of technologies and their application to industrial production processes.

A change rightly defined as revolutionary, because after that nothing was the same as before.

At the beginning of this revolution there was the invention of the “*Steam Engine*” by James Watt (1769) whose operating principle was elementary: steam is produced -which moves a balancer -which sets a wheel in motion.

An elementary operating principle, but it changed the direction of human history by replacing animal and natural energy with mechanically produced energy, which is not subject to the limitations of animal strength, nor to natural events and is available in unlimited quantities.

The other revolutionary invention was the “*Power Loom*” by Edmund Cartwright (1785) which gave a sudden acceleration of processing times and completely undermined the production typology of the textile industry, based until then on the house-to-house presence of hand-loom (the so-called Jenny loom).

Since then the processes have taken inside large industrial plants, where dozens and dozens of steam-powered machines are concentrated.

These industrial plants are built inside the ancient cities which is completely transformed both in its functioning and in its form. Furthermore, the new industrial processes had no regard for the consequences on the natural environment, in particular air and water pollution.

A further revolutionary application of mechanical energy was the “*Steam Locomotive*” by George Stephenson (1829) which completely changed the mobility of people and the transport of goods. The English railway network grew exponentially and in twenty years it spread throughout Western Europe.

In the same period and in conjunction with those changes there was an exponential increase in population.

Starting from a hypothetical year zero the world population had grown very slowly and in the 16th century it was around 500 million people.

But in the middle of the 18th century there was an impetuous acceleration of growth, so that in 1750 the world population already amounted to 800 Million people and one hundred years later – in 1850 - had become 1,2 Billion people.

The direct consequence was an enormous increase in anthropic pressure.

The combined effect of industrial production methods and anthropic overload caused a violent impact on the natural environment.

This is the crisis which George P. Marsh has been talking about in a famous essay - “*Man and Nature*” - written in 1864.

Current macrophenomena

After 250 years today we see some disastrous consequences for the environment of those revolutionary changes:

- Ozone hole in Anctartica has a size of 6,0 million square kilometers
- Desertification in Sub-Saharan Africa has reached 9,0 million square kilometers
- Melting of the ice cap at the North Pole: minus 40% since 1979
- Extreme climate events: 11.778 in the last 50 years
- Sea pollution: Pacific Trash Vortex is an Island of plastic waste placed in the Pacific Ocean, large about 1,5-2,5 million square kilometers,

Environmental sustainability

Faced with the worsening of these phenomena of deterioration of the Planet, the scientific community sent out numerous warnings and indicated the path to take to re-establish a balance between Humanity and Nature.

Starting from the Seventies of the Twentieth Century, the most significant steps were:

- 1972

The research “*The limits to Growth*” by MIT on behalf of the Club of Rome which highlights for the first time on a scientific basis the existence of limits in the use of non-reproducible natural resources, beyond which the process becomes irreversible .

- 1987

The “*Brundtland Report*” of the World Commission on Environment and Development which established a definition that is now universally accepted: “*Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own, is sustainable*”.

- 1997

The “*Kyoto Protocol*” which is the first global treaty on the reduction of greenhouse gas emissions, which came into force in 2005.

- 2015

The COP 21 or “*Paris International Climate Conference*” – certainly the most important of those conferences - which established the limit of increase in global warming below 2.0 degrees centigrade compared to the pre-industrial era.

Unfortunately, the subsequent conferences in Marrakech (2016), Katowice (2018), Madrid (2019) and Glasgow (2021) marked a slowdown in this issue, due to the opposition of some of the largest Countries such as Russia, South Arabia, China, Brazil, India.

Furthermore we must also consider that we are dealing with “*climate change deniers*” - people and also organizations - who argue that there is no causal relationship between anthropic pressure and environmental alterations.

If it happens that among these witty thinkers there is the President of United States - as happened in 2017 - then the damage that can be caused is enormous.

A wrong step

But the worst news from this point of view is that the next International Conference-COP 28 on environmental sustainability will be held in Dubai (from 30 November to 12 December, 2023).

That is to say that the World Community will discuss how to deal with the macro-phenomena of environmental degradation present in the Planet in a Country that is one of the world's largest producers of fossil fuels.

Furthermore, it is expected that the coordination of the Conference will be entrusted to Sultan al Jaber, President of the Abu Dhabi National Oil Company, it is to say the main oil company in Dubai.

Then a question arises: is it credible that a *great oilman* leads the fight against those responsible for greenhouse gas emissions?

In my opinion this is absolutely impossible and therefore I believe that the issue of environmental sustainability will remain at a standstill.

Addendum

This paper was presented before the opening of COP 28, but its revision took place after its conclusion. So it seemed appropriate to add some commentary notes to the conclusions of the Conference.

At COP 28 - in addition to the 198 member countries by law – 2.456 fossil fuel lobbyists were invited to participate. That is to say that there was a strong group of people interested in orienting the conclusions of the Conference in a direction favorable to the maintenance of the use of oil, gas and coal. A lobby supported by Saudi Arabia, which at the beginning of the work declared that the abandonment of fossil fuels was “*absolutely not under discussion*”.

Furthermore at the opening of the Conference, the President Sultan Al Jaber said that there is “*no scientific proof of the need to give up fossil fuels*” and that “*without oil, humanity would return to the caves*”.

The so-called “*Global Stocktake*” of the Conference was declared approved by the Sultan Al Jaber without a debate and a vote by the Assembly.

Examining the text of the document we see first of all that there has been a clear step back from the initial “*phase-out*” proposal to a generic “*transitioning-away*”. Furthermore, no conditions have been set - neither quantitative nor temporal - for the pursuit of this transition path, leaving each country to behave as it deems most appropriate.

The “*Global Stocktake*” was fully shared by the OPEC cartel and for different reasons it has also been shared by some great Countries:

- Russia, whose economy depends entirely on gas and is in crisis due to the invasion of Ukraine;

- United States and China which, for different reasons, do not share an acceleration in the shift away from fossil fuels;
- European Countries, that have missed the opportunity to play a leading role in the application of the 2015 Paris agreements;

Obviously they did not approve the 44 Island Countries that are part of “AOSIS-*Alliance of Small Island States*”, which are already suffering the greatest consequences of climate change.

Their President - Cedric Shuster of Samoa – had said during the work: “*We will not sign our certificate of death. We cannot sign a text that does not include strong commitments to abandon fossil fuels.*”

In conclusion it seems clear that the conclusion of COP 28 confirms the previously expressed concerns: it was a success for oil Companies and a defeat for the Planet.

But all the more reason we must firmly continue the battle against fossil fuels, knowing that there is no Plan B because there is no Planet B.

References

- Ashton, T.S. (1948). *The Industrial Revolution. 1760-1830*, Oxford University Press.
- Club of Rome-MIT (1972). *The limits to Growth*, Potomac Associates Book.
- IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change*. Interlaken.
- Livi Bacci, M., (1992). *A Concise History of World Population*, Wiley-Blackwell.
- Marsh, G.P. (1894). *Man and Nature: or, Physical Geography as Modified by Human Nature*, C. Scribner & Company.

Oberthür, S. and Hermann, O. (1999). *The Kyoto Protocol*, Springer.

WCED (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.

Woessner, R. (2015). *COP 21. Déprogrammer l'apocalypse*. Atlante.

ANTHROPOCENE: HOW TO RECONCILE ECONOMY, POLITICS AND THE ENVIRONMENT

Dr. Juli Minoves-Triquell
*Académico Correspondiente por Andorra de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

In 2018 in a paper on Globalization I presented to the 3rd Congress on Economy and Enterprise of Catalonia, I argued that “the biggest threat of globalization for future generations is the environmental threat” and that “only a concerted and sustained effort of sovereign states, in the framework of transnational agreements, aided by strong activism and engagement from large social movements (...) can expect to be -relatively- successful in this endeavor”.¹ In that paper, I hypothesized that it would be impossible to conceive a realistic response to the environmental threat without both political agency and economic rethinking. Since then I have carefully thought how to articulate this.

Contradiction in Economic Science

A researcher in economic anthropology, Polytechnicien Bernard Perret, argues that “economic theory has proven useful in a growing market economy” but that “everything changes when the well-being and survival of humanity depend essentially from heterogeneous goods, impossible to be substituted, non-exchangeable and which cannot be appropriated, sometimes non-producible, nor renewable”.² He reasons that ecological rationality, -the rational framework which would take into account what is not reversible, the finiteness of the physical world and the limits of growth-, is not compatible

1 Juli Minoves-Triquell, “Economic and Political Globalization” in Col.legi d’Economistes de Catalunya, *El Marc Global: Tendències mundials en geopolítica en el marc de la perspectiva de la Unió Europea*, Cap a un model eficient i equitatiu (Barcelona: Col.legi d’Economistes de Catalunya, 2018) pp. 62-63

2 Bernard Perret, “L’écologie est-elle rationnelle?” in “L’économie contre l’écologie?”, *Esprit*, March 2020, n. 462, p. 98

with traditional market rationality, the basis of economic thought.³ From this postulate one can extrapolate that there exists a contradiction between economic science as it is taught in universities and practiced in ministries,- which takes as main subject of study “exchangeable goods produced by human activity and destined to be appropriated or consumed by individuals motivated by interest”- and the growing importance of “eco-systemic goods such as climate, biodiversity, and the quality of air and water”.⁴ Let’s add to this the fact that money has become the only “value” capable to circulate everywhere because of its abstraction and that, as Dominique Dron, Etienne Espagne and Romain Svartzman have indicated, this has “contributed to generalize an illusion of total substitutability and of unlimited abundance, including towards natural processes and resources that are in fact irreplaceable”.⁵

To put it bluntly: markets and money, the core of economics, seem to be at odds with ecological rationality. A sociologist would probably define it as separate worldviews. As an economist and a political scientist myself, and a practitioner of politics for a number of years, I appreciate the need to try to reconcile these realities in a way that accomplishes constructive action towards the environmental threat.

What is the role of politics?

In 2017 I participated, as President of Liberal International, the World Federation of Liberal Political Parties, in the writing of the new liberal manifesto which bears the name of my country where it was finally adopted. Liberals representing more than a hundred liberal parties and organizations worldwide voted very clear language on the environmental threat, and I quote:

“Climate change is the greatest environmental threat humanity knows. Its consequences jeopardize freedom and prosperity for many generations to come. Therefore, Liberals believe that wealth has to be created with respect

3 Perret, op.cit. p. 101.

4 Perret, op. Cit. pp. 103-104

5 Dominique Dron, Etienne Espagne, Romain Svartzman ... (Esprit).

for the limits of a finite planet and by observing the precautionary principle. Avoiding irreversible ecological damage as well as disastrous climate change as a consequence of high greenhouse gas emissions is one of the preconditions for sustainable economic progress. This requires an appropriate international rules-based framework for protecting and making responsible use of the ‘global commons’. We must recognize that this presents both great opportunities and significant costs, which are much more difficult for poor countries to bear than for rich countries. This means that on economic as well as moral grounds, global support is necessary for poor countries to adjust to more sustainable growth”.⁶

How does this approach compare with socialist voices engaging with nature? John Bellamy Foster in his 2022 “Capitalism in the Anthropocene” writes that in our epoch “the planetary ecological emergency overlaps with the overaccumulation of capital and an intensified imperialist expropriation, creating an epochal economic and ecological crisis. It is the overaccumulation of capital -he argues- that accelerates the global ecological crisis by propelling capital to find new ways to stimulate consumption to keep the profits flowing”.⁷ For this Marxist author, the resolution of this crisis will take the form of an “irresistible and irreversible” planetary revolt of humanity emanating from what he calls an “environmental proletariat”.

While I confess I am more drawn to the call for the precautionary principle and policy-based liberal tool-kit, the revolt preconized by Foster cannot be dismissed off-hand. Both free-market oriented voices like the Liberals or Marxist theorists coincide in one issue. That issue is that poor countries are bound to bear the main cost of the climate crisis. And populations struck by catastrophic events will not quietly stay at home to die. Even some sceptical authors such as Richard Tol,- who sustain “climate change would appear to be an important issue primarily for those who are concerned about the distant future, faraway lands and remote probabilities”-, maintain as a fundamental

6 Andorra Liberal Manifesto... p. 11

7 John Bellamy Foster (2022) p. 409

finding “that it is the poor who will suffer most from climate change and reducing poverty should be a key priority for policies aimed at alleviating the impact of climate change”.⁸

A critical analysis of the Environmental Kuznets Curve reinforces this view. According to Kuznets work, “environmental degradation increases with higher per capita incomes up to some income level”, declared as the turning point.⁹ However Tietenberg and Lewis argue that “the notion that increasing income from trade involves a self-correcting mechanism would have quite a different meaning if part of that correction involved exporting the pollution-intensive industries to other countries”.¹⁰ But these polluting industries would not be able to be transferred again and no Kuznets turning point would exist for these poor countries. Hakima El Haité, Moroccan Climate Champion, and deeply involved in the negotiations for the 2015 Paris Agreement, at a recent conference in California, urged the developed world to offer compensation for loss and damages for southern countries.¹¹

Political theory can help us ascertain what are the problems that deserve our priority in treating myriad environmental threats. How do we tackle these threats though?

The Policy Cycle

When thinking in terms of political action on environmental policy, the notion of the policy cycle is very useful. The policy cycle comprises five stages: 1) Agenda Setting, 2) Policy Formulation, 3) Policy Adoption, 4) Implementation and 5) Evaluation.¹² Who acts and what is the subject of each stage reinforces the need for reconciliation of politics and economics to achieve change when confronting environmental threats. Who sets the agenda, for ex-

8 Richard S. J. Tol (2018) pp. 415-416

9 Tietenber & Lewis (2018) p. 483

10 Op cit. p. 484

11 Campus Times September 29 p. 3

12 Caramani (2020) ...

ample? In the case, we saw before clearly political and economic analysis lead to the determination that the poor will suffer greatly from climate change. A convergence from all ideologies helps set the environmental agenda towards helping poor nations mitigate the effects of climate and build resilience, possibly with transfers from wealthy countries. Politicians also set the agenda but they do not act independently; strong social movements, and NGOs, can help set the agenda and help politicians set the agenda.

Who is in charge of policy formulation: economists who have analyzed possible instruments of political economy can be. Gonzague Pillet and Howard Odum identify microeconomic internalization, negotiation, taxation (state intervention can tax or give subventions), interdiction or the market of rights to pollute.¹³ They can conceive models for environmental externalities. But since we have already established that there's a fundamental divide between economics and ecology that economists have a difficulty to grasp, and that it's not only about money, or markets, and that resources and the environment are finite and cannot be substituted, economic analysis will only take us that far in providing formulation for policy problems. Other scientists, biologists, anthropologists, chemists, sociologists, physicists will have to be brought in the picture at this stage.

Politicians will adopt the policies either on a national basis or by agreeing internationally, through treaties, or through agreements such as the Paris agreement of 2015. Implementation is at least as important for environmental policy to come to fruition. The challenge for climate activists to force implementation of climate policies for example is great. They witness with disappointment how governments do not abide by or implement their own decisions. This past summer, for example, a decision in Spain of the Supreme Tribunal reaffirmed the non-enforceable character of the Paris Agreement, arguing that that agreement allowed state parties the free determination of the means to achieve the goals stated in the agreement.¹⁴

13 Gonzague Pillet, Howard T. Odum (1987) p. 168

14 Noelle Lenoir Jurisprudence 20 July 2023...

Evaluation of policies in place is determinant to prevent greenwashing with grandstanding policies. Carbon offsetting, for example, may be ripe for serious evaluation since in a reality with finite and irreplaceable environmental goods, substitution might not be truly possible.

The future is now

We might be forced to find harmony between politics, economics and the environment sooner than we might think. “A recent study, for example, published in the (...) journal *Nature* concluded that the combined weight of all oceanic large fish species has declined by 90%”.¹⁵ The data coming from oceans points towards “unsustainable pressures” by 8 billion human beings.¹⁶ This is just an example in this short presentation of the number of unsustainable pressures on the environment that are emerging as more and more plausible.

Some contend that technology will fix our problems of unsustainability. But this techno-positive “representation of the future is problematic since it underestimates the new environmental problems caused by these new technologies but also because it sets aside the non-technological dimensions of the energy transition”.¹⁷ Green technology does not resolve all ecological problems: it moves them around. Take for example the digital revolution. Digital represents already 10% of global electricity consumption. Plain clean technologies, without an environmental cost do not exist. And although the environmental performances by unity of products and services sold improves in all sectors, this progress is not compensated by the high growth of sales at the world level. (F. Aggeri 47). F. Aggeri postulates that rather than innovation, what we need is responsible innovation, with low tech solutions, increasing the life span of products, reparability of products, and a systemic approach to decreasing energy needs. (51).

¹⁵ Martenson (2023) p. 226

¹⁶ Op cit. p. 229

¹⁷ Franck Aggeri *Esprit* p. 40

A TURNING POINT IN HISTORY COULD CIVILIZATION AND CULTURE BRING AN ANSWER?

Dra. Erna Hennicot

*Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

The world we are living in is in turmoil. Our generation had the chance to live in a peaceful time, after the second WW. The creation of the EU had been our project for peace and growing prosperity, at the origin it was even planned without weapons. Unfortunately, we failed in making it a strong Union of people, and left it until now, as a gathering of Member states, each one trying to preserve its own specific way of living.

When the EEC was launched in 1957, the will to focus on a technical approach was accepted, dissociating institutional Europe from cultural, historical and geographical Europe. The Rome Treaty did not provide for any cultural or educational measures. At the time, this decision was understandable: the founding members were too much focused on their own specific customs.

Later on, Culture was on the agenda, mainly when Melina Mercouri and the French Minister Jacques Lang initiated a gathering of the Ministers for Culture and launched the European Cultural Capital, in 1985.

At least this initiative was an opportunity to learn about each other. 1987 was the foundation of the Erasmus Program, promoting the cooperation between universities, first European, later Worldwide. There was however kept an independent handling of the cultural legislation in the Member states. Science and research were supported by EU funding, but not enough to create a strong common industry facing the challenges of the problems ahead, which were artificial intelligence, climate change and population growth.

Between 1965 and 1990 the world's population grew by 2000 million persons. In 2010 over 20% of the population were 65 or older in Italy, Japan and Germany, somewhat later in France and Britain. These figures have as a consequence the rise of medical assistance, some 60 percent increase of energy consumption, housing problems and in the meantime refugees come from all over the world. A renegotiation of the social contract that led to the welfare state in European states, in the 50s and 60s is, at least what economists are saying, necessary for the financing of all these new challenges.

How could culture bring an answer to these problems?

UNESCO defines culture as « the set of distinctive spiritual, material intellectual and emotional features of society or a social group, that encompasses not only art and literature but lifestyles, ways of living together, value systems, traditions and beliefs. (2001 in Mexico)

Transgressing fine arts and musical highlights as cultural events, it goes to the basics of human life in society, to the differences we live in our daily lives, and sometimes forget to take in account in our daily language. Learning about the differences in the 54 African Countries would avoid speaking about Africa as if it was one single place with the same identity. For Europe it is the same, the distinctions between the 27 Member States of the EU are not taken in account. Integration is not assimilation, and conflicts with and between non-member states of the EU are ahead.

Francis Fukuyama has written in his book "Identity" that the basics of understanding each other request the knowledge and the respect of the culture, such as defined by UNESCO.

The situation today is overrun by war In so many places, talking about culture is going to the origins of the many conflicts.

Religious wars were the most brutal, present in history of mankind on all the places of the earth.

Ignorance of the different religious beliefs of people does not help to come to a mutual understanding. The talk of economists considers mainly the economic background and of course the financial questions. And money has become the main goal for companies, and individuals.

Economists must tell us if there is a serious change in economy, as making money as the main objective of companies must be enlarged by considerations of the world's problems, be it environment, ICT, and poverty. Considering only the highest possible consumption by the largest part of the population is no longer the best goal, as poverty of the individuals is increasing.

Some models, like BlackRock have already purchased successfully by considering the planet's problems.

Yet there must come a cultural change of the behavior of people, such as mentioned before, namely, considering and respecting the value systems, traditions and beliefs. The globalization of the world is for the happy few who can travel a great opportunity to learn. Leaving the question of poverty and refugees to the public space, political decisions are bound to Democracy, whereas Economists are to corporations. A failure of Democracy as the best model for governance will be due to the lack of knowledge about each other, and a peaceful resolution of conflicts, only possible if we know about the conflicts and are capable to understand each other.

LE DEVELOPPEMENT SOUTENABLE - UNE PERSPECTIVE HUMANISTE

Dr. Valeriu Ioan-Franc

*Académico Correspondiente por Rumania de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

Dr. Andrei-Marius Diamescu

*Institut National de Recherches Economiques «Costin C. Kirițescu»,
Académie Roumaine*

*“Le plaisir d’une certaine personne (est) = le plaisir de la consommation
+ le plaisir du loisir - le déplaisir du travail”*

Nicholas Georgescu-Roegen

Abstract

Three and a half decades after the launching of the concept of sustainable development in the framework of the Brundtland Report of 1987, it has still remained an underdeveloped concept, far from being a fully shaped one, at least in its practical dimension.

Thirteen years after the institutionalisation of the concept of sustainable development in the Rio Process, initiated at the Earth Summit in Rio de Janeiro in 2015, the General Assembly of the United Nations (UNGA) adopted the Sustainable Development Goals (2015-2030) and explained how the goals were integrated and indivisible to achieve sustainable development at the global level.

Unsurprisingly, given that from the beginning sustainable development was defined as “the development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs”, half of the 17 goals adopted are directly relevant to the field and hence to economic science, including: eradicating poverty in all its forms, achieving food security, promoting sustainable agriculture, promoting continued, inclu-

sive and sustainable economic growth, full employment and decent work for all, industrialisation and ensuring sustainable consumption and production patterns.

The developments, and subsequent clarifications of the concept, have led, as expected, to a focus on **economic development, social development/welfare and environmental protection/conservation**, so as to ensure continuity and prosperity for future generations. Closer to home, UNESCO has also promoted a fourth approach, the cultural approach, which is also reflected in all the other three.

Despite the apparent conceptual clarification, the difficulties of operationalising the concept of sustainable development are still far from being resolved and, in our opinion, even **impossible to overcome in the current economic science paradigm**.

1. Parler de limites, en général, et en particulier des limites de la vie sur la planète, est non seulement un défi, mais aussi une source d'effroi pour chacun d'entre nous, êtres finis, qui projetons naturellement notre action, et souvent notre pensée, dans des horizons temporels définis.

Trois décennies et demie après que le Rapport Brundtland de 1987 a lancé le concept de développement durable, celui-ci reste un concept sous-développé, pas du tout définitif, du moins dans sa dimension pratique.

Treize ans après l'institutionnalisation du concept de développement durable, lancé lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 2015, l'Assemblée générale des Nations unies (AGNU) a adopté les objectifs de développement durable (2015-2030) et a expliqué comment les objectifs sont indivisibles et intégrés pour parvenir à un développement vraiment au niveau mondial.

Aucune surprise, étant donné que le développement durable a été défini dès le départ comme *“un développement qui répond aux besoins de la*

génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs”, la moitié des 17 objectifs adoptés sont directement liés au domaine et, donc à l’économie, notamment : l’éradication de la pauvreté sous toutes ses formes, la sécurité alimentaire, la promotion d’une agriculture durable, la promotion d’une croissance économique soutenue, inclusive et durable, le plein emploi et un travail décent pour tous, l’industrialisation et la garantie de modes de consommation et de production durables.

Les développements et les clarifications ultérieures du concept ont conduit, comme prévu, à mettre l’accent sur le *développement économique, le développement social/la protection sociale et la protection/conservation de l’environnement*, afin d’assurer la continuité et la prospérité des générations futures. Plus près de nous, l’UNESCO a également promu une quatrième approche, l’approche culturelle, qui se reflète également dans les trois approches.

Malgré l’apparente clarification conceptuelle, les difficultés d’opérationnalisation du concept de développement durable sont encore loin d’être résolues et, à notre avis, même *impossibles à surmonter dans le paradigme actuel de la science économique*.

Dans l’état actuel des choses, le concept de développement durable apparaît davantage comme un concept politique ou, peut-être plus exactement, comme un concept politicien, exprimant des objectifs éminemment souhaitables, généreux, mais utopiques tant que l’on ne peut répondre à la question : *comment arrêter les grands capitaux à la recherche du profit ?!*, question qui est conventionnellement correcte pour les objectifs du développement durable.

La relative nouveauté du concept de développement durable attire, comme on peut s’y attendre, l’attention d’un grand nombre de spécialistes/chercheurs, et la littérature dans ce domaine est déjà considérable. Cependant, nous sommes encore loin d’avoir une “perception” unifiée du problème à résoudre, et encore plus loin d’avoir des solutions viables à ce problème.

L'affirmation apparemment "*radicale*" ci-dessus est facile à soutenir, ne serait-ce que si l'on considère la manière dont le concept de soutenabilité s'est développé parallèlement au concept de développement durable, les deux étant aujourd'hui souvent utilisés dans le même sens.

2. La tentative de l'UNESCO de distinguer les deux concepts, selon laquelle "*la soutenabilité est souvent considérée comme un objectif à long terme (c'est-à-dire un monde plus durable), tandis que le développement durable fait référence aux nombreux processus et voies permettant de l'atteindre*", a, à notre avis, accru la confusion, en inversant le sens initial défini par l'Assemblée générale des Nations Unies et en conduisant à des formulations encore plus "*compliquées*", du genre : "*développement durable, soutenable à long terme*" !

2.1. *L'approche* souvent *mono-spécialisée* d'un concept essentiellement holistique, l'absence d'une école de pensée unifiée dans ce domaine, l'incohérence des instances internationales dans la définition du concept de développement durable sont autant de raisons pour lesquelles celui-ci reste, au mieux, un concept pouvant servir de base à des politiques publiques.

La nécessité d'un *cadre épistémologique* d'investigation du concept de développement durable est, plus que jamais urgente, et peut-être même tardive, si l'on considère les signes de la "*précarité*" des ressources nécessaires à la vie sur Terre et, même, les risques générés par certaines évolutions, certes naturelles, mais totalement incontrôlées. Ces signaux ont été donnés bien avant l'apparition du concept de développement durable.

Pour ne prendre qu'un exemple parmi tant d'autres, citons le livre de Wolf Schneider, *L'omniprésente Babylone - La ville comme destin humain d'Ur à l'Utopie*, publié en 1960 : "*Jamais l'humanité n'a vécu aussi nombreuse dans des agglomérations de bâtiments aussi gigantesques. Depuis plusieurs décennies, la population mondiale se multiplie à un point tel que les villes doivent toujours s'étendre et, tôt ou tard, engloutir même les forêts vierges et les déserts. Nos petits-enfants ne pourront probablement plus choisir entre*

vivre en ville ou à la campagne. La terre connaît une urbanisation extrêmement rapide !”

Plus de 60 ans après la publication du livre¹, les administrations publiques semblent être restées aveugles et sourdes à ce grave signal d’alarme. De plus, *l’urbanisation* a été et est toujours considérée comme une *solution à la croissance économique*, les grandes capitales du monde étant presque toutes situées dans les grandes métropoles du monde. Peut-on parler de développement durable dans ce cas ?

C’est évidemment une question rhétorique, mais c’est en même temps une question qui devrait littéralement hanter toute décision administrative ou économique !

En attendant, il est du devoir de la communauté scientifique, à notre avis, d’*arracher* ce concept de développement durable à l’arène politique et de le soumettre à une analyse approfondie et pragmatique, en le décomposant et en révélant les limites qui le rendent - partiellement ou totalement, temporairement ou définitivement - impossible à opérationnaliser.

2.2. De ce point de vue, **la première observation** que nous voudrions faire concerne le *caractère vague du concept de développement du point de vue de la science économique actuelle* !

La confusion fréquente entre développement et croissance n’est pas nouvelle, même si des économistes réputés comme John Komlos, pour ne prendre qu’un exemple, ont souligné que *“les gens assimilent à tort la croissance économique à l’augmentation du niveau de vie. [...] Les enquêtes et les recherches contredisent ce point de vue. Malgré toute la croissance enregistrée au cours d’une vie, la satisfaction nous échappe de loin. La vision basée sur la croissance économique à tout prix ignore la question cruciale de la répartition : la*

1 Schneider, W. (1968) - L’omniprésente Babylone - La ville comme destin humain d’Ur à l’Utopie, édition en roumain 1968, Editura Politică, Bucarest

croissance économique n'aide pas les pauvres, les sans-abris, les personnes peu éduquées ou la majorité des chômeurs".²

Ce qui est surprenant, en revanche, c'est la persistance de cette confusion, qui nous amène à penser qu'elle n'est pas fortuite, tout comme n'est pas fortuite l'obstination avec laquelle on tente, depuis des années, de *désidéologiser la science économique*, avec un certain succès.

Une brève mise au point conceptuelle s'impose : par idéologiser/désidéologiser la science économique, nous n'entendons pas subordonner la science à un courant politique, quel qu'il soit, gauche-droite, libéral-conservateur, progressiste, etc., mais associer la science économique à un courant d'idées, à une école de réflexion/recherche scientifique définie, finalement, par les finalités de l'activité économique !

Comment faire de la recherche dans un domaine qui est essentiellement un domaine d'action humaine, en ignorant l'homme et ses buts/aspirations ? *Le passage de l'"économie politique" à l'économie dite "générale" est une grave erreur, qui a vidé de son sens le concept de développement et permis, hélas, de parler aujourd'hui de "croissance sans développement", ou de "croissance à tout prix" !*

Mais elle a aussi fait autre chose, peut-être pire : *elle a "déifié" le profit !* Au fond, dès lors, l'économie a été dépouillée de toute vertu, sa seule finalité étant de faire du profit.

2.3. Ceci nous amène au **deuxième constat**, qui est, en fait, une question et un appel à la réflexion/recherche : *la croissance économique est-elle possible dans le cadre du développement durable ?*

² Komlos J. (2019) - *Principiile economiei într-o lume postcriză (Les principes de l'économie dans un monde post-crise)*, Editura Centrului de Informare și Documentare – Académie Roumaine, Bucarest, p. 25

Sans prétendre avoir trouvé une réponse définitive à cette question, nous pensons qu'un bon point de départ, pour trouver une solution possible, est la perspective de l'économiste roumain Emil Dinga dans sa tentative de déconflictualisation et de clarification sémantique des concepts de développement durable et de développement soutenable.

Selon lui, "*alors que la durabilité ne désigne que la stationnarité, la durabilité peut également désigner la croissance ou le déclin*". Dinga définit également le développement durable comme "*cette rationalité éthico-économique qui assure la préservation des conditions existentielles de la société humaine, sur un horizon temporel indéfini, au niveau de l'ensemble de l'espace naturel et social immédiate accessible, ou accessible dans le futur*". Et il souligne également que "*dans ce sens, le développement durable est un résultat culturel, plutôt qu'un résultat d'optimisation purement technique ou opérationnel*".³

Pour résumer la perspective de l'auteur, on peut dire que l'on ne peut parler de croissance économique dans le contexte du développement durable que "*métaphoriquement ou par abus de langage*", et qu'il est correct de parler de "*développement soutenable*" ou de "*croissance soutenable*".⁴

Au-delà de ces délimitations conceptuelles et méthodologiques, il nous semble que deux autres aspects que Dinga intègre dans son approche méritent d'être approfondis : *la décroissance économique et les aspects éthiques du développement*.

2.3.1. *L'association apparemment paradoxale entre développement soutenable et décroissance économique* ne devient intelligible, et acceptable, que dans une perspective transgénérationnelle et, surtout, que si l'on comprend

3 Dinga E. (2009) - *Studii de Economie – contribuții de analiză logică, epistemologică și metodologică (Études en économie - contributions de l'analyse logique, épistémologique et méthodologique)*, Editura Economică, Bucarest, p. 42

4 Idem, p. 43

*qu'il est absurde de continuer, comme le fait l'économie conventionnelle, à exclure l'homme d'une science de l'homme !*⁵

“[...] *on ne peut parvenir à une description parfaitement intelligible du processus économique tant que l'on se limite à des notions purement physiques. En l'absence des notions d'activité utile et de jouissance de la vie, nous ne pouvons pas être dans le monde économique. Et aucune de ces notions ne correspond à un attribut de la matière élémentaire et ne peut être exprimée par une variable physique*”⁶, a souligné, sans équivoque, le chercheur roumain Nicholas Georgescu-Roegen après une excellente exégèse des théories économiques contemporaines.

La théorie roegénienne intègre le libre arbitre dans la théorie économique dans un sens beaucoup plus profond, différent de la théorie classique des marchés libres, à savoir dans la compréhension que les penseurs chrétiens Basile le Grand et Augustin nous offrent, c'est-à-dire *la liberté de l'homme de choisir entre les possibilités d'action/de changement qui lui sont offertes !*

C'est ainsi, et seulement ainsi, que l'on est tenté de dire que la décroissance économique peut devenir, sous certaines conditions, un processus souhaitable, entrepris pour assurer un développement soutenable, se substituant à la croissance à tout prix.

“*Même une vie d'austérité matérielle et d'oubli de soi est le plus grand bonheur pour celui qui a décidé de devenir moine. Et personne ne peut prouver qu'un moine est moins heureux qu'un bon vivant qui jouit de toutes les richesses et frivolités du monde*”⁷, affirme aussi Georgescu-Roegen, brisant ainsi le mythe de l'économie classique, qui lie le concept de richesse à celui de bien-être.

5 Georgescu-Roegen N. (1996) – *Legea entropiei și procesul economic (La loi de l'entropie et le processus économique)*, Collection „Nicholas Georgescu-Roegen - Œuvres complètes”, Bibliothèque de la Banque Nationale, Vol. V, Editura Expert, Bucarest, p. 332

6 Idem, p. 275

7 Ibidem, p. 314

Humanisme et modération, voire austérité, ne sont pas des concepts contradictoires ; au contraire, ils sont complémentaires et acquièrent une pertinence particulière lorsqu'ils sont analysés sous l'angle du développement soutenable, dans une perspective transgénérationnelle.

Ils ne sont pas non plus nouveaux, puisqu'on les retrouve dans presque tous les livres sacrés de l'humanité. En fait, lorsque nous parlons de modération, nous nous référons à l'une des principales vertus du monde chrétien, et pas seulement. Dans un ouvrage précédent⁸, on a souligné que l'esprit de modération nous renvoie à la prudence, qui est celle qui décide entre les extrêmes. Un manque de prudence conduit soit à *l'avarice permanente*, soit à l'ostentation ou à *l'opulence éphémère*, toutes deux incompatibles avec ce que nous appelons le développement soutenable.

2.3.2. Dans un monde où le profit est *idolâtré* et surtout souvent considéré comme une "*expression de la prise de risque*", il va de soi que parler d'épargne reste un exercice intellectuel. C'est pourquoi, lorsqu'il s'agit des limites de la vie sur cette planète, la science économique appelle non seulement à un changement profond de paradigme, mais aussi à une révolution au sens propre du terme qui, au-delà du corpus théorique, devrait aussi inclure les modalités pratiques de remise à plat de la réalité économique.

Cela nous amène à l'aspect peut-être le plus difficile à résoudre du développement, l'aspect éthique. La *Théorie des sentiments moraux* d'Adam Smith, penseur remarquable que certains ont malheureusement voulu présenter comme le père fondateur du fondamentalisme des marchés, reste, plus de deux siècles et demi après sa parution (1759), un extraordinaire appel à la morale et à l'éthique en économie. Et de là à la philosophie économique, il n'y a qu'un pas.

8 Pop N., Ioan-Franc V. (2009) - *Credință și economie - un eseu despre cunoaștere, credință, virtuți și performanță (Foi et économie - un essai sur la connaissance, la foi, les vertus et la performance)*, Editura Expert, Bucarest, p. 142

Au fil du temps, toute une série de philosophes et d'économistes, parmi lesquels, sans prétendre à l'exhaustivité, Burke, Hegel, Weber et, plus récemment, Keynes, Schumpeter et Hayek, ont tenté d'apporter des solutions, parfois diamétralement opposées, aux contradictions entre la réussite du modèle capitaliste et la solidarité sociale.

Ce qui unit tous ces grands esprits, c'est la discussion sur la morale et l'éthique comme valeurs essentielles de tout système d'organisation sociale, *c'est-à-dire précisément ce qui semble manquer dans la réalité des faits !*

Et si notre affirmation peut sembler trop audacieuse, il nous semble pertinent de rappeler que, alors qu'Edmund Burke soulignait déjà en 1790 que *“le plus grand danger pour une société vient des gens qui ont de l'argent, lorsque leur ambition pécuniaire n'est pas suffisamment limitée par les règles imposées par la loi, ou par la tradition culturelle”*⁹, aujourd'hui les gens qui ont beaucoup d'argent sont promus, avec leurs idées, comme des modèles pour l'humanité (Gates, Bezos, Musk, etc.) ou, de manière peut-être plus pertinente, à des postes suprêmes dans l'État (Trump). Si nous prenons également en compte, dans les deux cas, le pouvoir que ces personnes acquièrent grâce à la combinaison du pouvoir financier et informationnel et, dans le second cas, du pouvoir exécutif, la discussion sur la dimension morale et éthique du leadership social devient cruciale.

Au-delà des exemples nominaux, nous constatons que le modèle d'entreprise contemporain est dominé par la légalité, mais il est bien connu que *“tout ce qui est légal n'est pas forcément moral”*. En même temps, le développement global des affaires, les grandes entreprises, sont presque entièrement découplés de la moralité, la moralité étant définie comme un ensemble de normes et de principes basés sur la culture et les coutumes d'un groupe social particulier. Nous pouvons tout au plus parler d'une *morale d'entreprise*, mais

9 Apud. Allaire Y., Firșirotu M. (2011) - *Pledoarie pentru un nou capitalism – despre cauzele profunde ale crizelor financiare și despre mijloacele prin care putem ieși din ele (Plaidoyer pour un nouveau capitalisme - sur les causes profondes des crises financières et la manière d'en sortir)*, Editura Logos, Bucarest, p. 16

en aucun cas, ou presque, d'une morale de la société dans laquelle l'entreprise opère.

Nous ne voulons pas être perçus comme étant contre les entreprises en tant que modèle d'affaires, leur rôle étant incontestable, mais nous ne pouvons pas ignorer le fait que *le découplage de leur philosophie d'affaires des valeurs culturelles des nations dans lesquelles elles opèrent est, à notre avis, l'une des raisons pour lesquelles le capitalisme est aujourd'hui perçu essentiellement comme un modèle économique et non comme un modèle socio-économique, tel qu'il a été et est encore défini.*

Un autre argument à l'appui de ce qui précède est la *confusion* de plus en plus fréquente entre le *capitalisme et l'économie de marché.*

Des expressions telles que "*capitalisme à économie de marché*" ou "*capitalisme à visage humain*" ne font qu'ajouter à cette confusion. Il est vrai que beaucoup de ces "*innovations*" conceptuelles sont le résultat d'une éducation économique médiocre, ou du moins discutable, mais leur cause profonde réside dans ce que nous avons appelé, dans nos interventions précédentes, la "*dématérialisation des économies*" et le retard de la science économique par rapport à ce phénomène. "*... Dans le contexte des préoccupations internationales de trouver un équilibre entre la croissance économique, la protection de l'environnement et l'identification des ressources - énergétiques et pas seulement - alternatives et renouvelables. La somme de ces exigences, le développement durable/soutenable, transfère irréversiblement l'accent de la quantité sur la qualité et remet en doute, selon nous, un concept clé de l'économie contemporain - celui de l'idolâtrer le profit*"¹⁰.

Il est évident que les marchés financiers se substituent progressivement aux marchés de biens et de services, en s'arrogeant des attributs, mais aussi des valeurs, propres à ces derniers, comme l'efficacité, la concurrence ou en-

¹⁰ Ioan-Franc V., Diamescu A.-M. (2021) – *La crise d'après les crises – La crise de l'humanité?*, en: *La nueva economía después del SARS-COV-2. Realidades y revolución tecnológica*, Barcelone, p. 125

core la satisfaction des besoins. On ne peut contester la valeur ajoutée que les marchés financiers apportent à la société par leur rôle d'intermédiaire. Mais en même temps, ils “*étouffent l'économie réelle et imposent une logique malsaine aux entreprises productrices de biens et de services*”¹¹, les obligeant à concentrer leur attention et leurs efforts sur l'augmentation du rendement des actions, en définitive sur la perception des investisseurs, et non sur la satisfaction des besoins réels du marché.

De quelle morale peut-on parler dans le cas des sociétés cotées, sans actionnaire de contrôle et sans définition, même relative, dans un espace culturel ? Existe-t-il une différence notable entre elles, d'un point de vue moral et éthique, et les sociétés multinationales ?

2.3.3. La dernière décennie a compliqué davantage *le tableau auquel est confrontée l'économie aujourd'hui avec l'émergence des crypto-monnaies*. Apparemment, toutes ces évolutions économiques, dominées par la technologie, l'information et la finance, semblent être «*amicales*» pour l'environnement. «*L'argent fait d'argent*» ou l'information, à première vue, ne réclame pas de ressources matérielles naturelles, de matières premières susceptibles d'avoir une influence majeure sur les écosystèmes. En réalité, tant les technologies utilisées pour produire de l'argent, en particulier les crypto-monnaies, que le surplus de richesse généré par l'économie dématérialisée, entraînent une demande toujours croissante de biens dont la complexité nécessite des ressources rares. Le temps a montré que les développements technologiques et les innovations monétaires ont agi face à la volatilité du marché des crypto-monnaies, sans surmonter complètement les vulnérabilités avec lesquelles il a commencé. Nous l'avons dit déjà¹² !

3. La **troisième observation/question** que nous souhaitons porter à votre attention concerne la «nouveau» *de l'approche des questions environnementales dans la recherche économique* visant le développement durable.

11 Idem (11), p. 21

12 Pop N., Ioan-Franc V. (2022) – *Criptomonedele în declin mai deshid un viitor? (Les crypto-monnaies en déclin ont-elles encore un avenir ?)*, en : *Academica*, XXXII, 382-383, p. 105

Les jeunes économistes d'aujourd'hui semblent avoir oublié que l'économie moderne, dans sa quasi-totalité, s'est intéressée à l'utilisation des ressources, le plus souvent identifiées comme *rares*. Pour ne prendre que quelques exemples, rappelons *Lionel Robbins*, qui définissait la science économique comme une *science qui étudie* le comportement humain en tant que *relation entre les fins (objectifs) et les ressources rares* dans des utilisations alternatives. Ou encore *Raymond Barre* qui, après nous avoir brièvement dit que *l'économie est la science de la gestion des ressources rares*, précise que l'économie s'intéresse aussi aux actes qui sont proposés pour réduire la tension qui existe entre les désirs illimités et les moyens limités des sujets économiques. Enfin, il convient de mentionner *Paul Samuelson*, lauréat Nobel, qui affirme que *la science économique étudie la manière dont les gens décident, en utilisant ou non l'argent, d'allouer des ressources productives rares à la production (dans le temps) de divers biens et services et de les distribuer pour la consommation présente et future entre les divers individus et collectivités qui constituent la société*¹³.

Et c'est précisément autour de la rareté et, évidemment, de la nature limitée des ressources que s'articulent toutes les discussions sur le développement soutenable! D'ailleurs, si l'on reprend la définition de l'économie de Samuelson, on constate qu'elle couvre les trois dimensions du développement durable : économique (utilisation des ressources), environnementale (pour les consommations présentes et futures) et sociale.

En suivant la logique de Samuelson, nous pourrions dire - nous croyons - que *la science économique moderne n'est en fait rien d'autre que la science du développement durable !*

Malheureusement, la réalité économique nous prive de cette synonymie, car «*si un démon pouvait, du jour au lendemain, réaliser les plans économiques à long terme (peut-être même à court terme) de tous les pays du*

¹³ Apud Iancu A. (1993) - *Tratat de economie (Traité d'économie)*, Vol. 1, *Știința economică și interferențele ei (La science économique et ses interférences)*, Editura Economica, Bucarest, p. 16

monde, on découvrirait [...] que l'on a en fait planifié une énorme capacité industrielle, qui restera largement inutilisée en raison de l'insuffisance des ressources minérales»¹⁴.

Le problème de la rareté, voire de la limitation des ressources, a été une préoccupation constante des économistes tout au long de l'histoire. Leurs opinions, voire leurs théories, ont été parfois diamétralement opposées : (1) de ceux qui se préoccupent, par exemple, de l'évolution démographique et prédisent un avenir proche caractérisé par une famine généralisée, à (2) ceux qui affirment que la planète, sous certaines conditions, peut nourrir une population de 100 milliards d'habitants. De même, il y a eu et il y a encore des personnes qui soutiennent que la rareté des ressources naturelles est un faux problème, parce que la Terre a la capacité de régénérer naturellement les ressources nécessaires aux processus économiques, ou que l'innovation technologique offre des solutions pour remplacer les ressources, qui sont sur le point de s'épuiser, par des nouvelles ressources disponibles.

Ces pseudo-théories sont bien connues et il n'est pas opportun de les développer ici. Cependant, nous les avons utilisées pour attirer l'attention sur le fait que, dans leur quasi-totalité, elles se réfèrent à certaines «*conditionnalités*» vagues, actuellement inconnues, mais qui sont en même temps décisives pour assurer la continuité des processus économiques.

Dans la tradition populaire du pays auquel nous appartenons, la Roumanie, nous avons un aphorisme : *Dieu fait ce qu'il veut !* Mais dans ce cas, nous sommes convaincus que la Divinité ne pourra pas se substituer à la science économique, qui est obligée, par sa raison même, de trouver des solutions à ces conditionnalités.

La clé unique de ces «*conditionnalités*» se trouve dans le concept de «*rationalité*», un concept souvent utilisé dans les débats théoriques, mais rare-

¹⁴ Georgescu-Roegen N. (1996) – *Legea entropiei și procesul economic (La loi de l'entropie et le processus économique)*, Colecția „Nicholas Georgescu-Roegen – Œuvres complètes”, Bibliothèque de la Banque Nationale, Vol. V, Editura Expert, Bucarest, p. 286

ment dans la pratique décisionnelle. Et lorsque la rationalité est invoquée dans la prise de décision économique, plus particulièrement dans la prise de décision macroéconomique, elle est souvent confondue avec la «*rationalisation*».

Trop préoccupés par la maximisation du profit, de nombreux économistes contemporains semblent avoir complètement oublié la distinction faite par Max Weber lorsqu'il se réfère à la rationalité, en déclarant que la rationalité «*peut être définie, d'une façon générale, comme un schéma de pensée qui nous fait agir de façon rationnelle. Mais agir de façon rationnelle peut avoir, selon Weber, deux significations : on peut agir rationnellement en ayant un but (maximiser le profit, par exemple) et en adaptant des moyens à cette finalité, mais on peut aussi agir rationnellement en fonction de valeurs que l'on juge supérieures*»¹⁵. Un exemple de ce deuxième type de finalité est, précisément, la finalité du développement soutenable.

Allant plus loin, l'économiste (mais aussi sociologue) allemand souligne que «*cependant les sociétés modernes sont soumises à un processus de rationalisation dans la mesure où la rationalité orientée vers un but s'étend peu à peu à tous les domaines de la vie intellectuelle et sociale, au détriment des activités gouvernées par la tradition ou les valeurs. Ce processus de rationalisation, qui se traduit par la recherche d'organisations les plus efficaces, concerne l'État, les entreprises, les partis politiques, etc.*»¹⁶.

Voici donc, comment deux concepts, éloquemment clarifiés par Weber il y a plus d'un siècle, continuent d'être traités aujourd'hui dans un «*melting-pot*» confus.

La cause principale de cette confusion est, évidemment, idéologique, le conflit entre l'Est et l'Ouest, le capitalisme et le socialisme, ayant marqué la science économique du 20^{ème} siècle. Pour illustrer notre propos, nous montrerons comment, la même année 1974, un même concept a été défini diffé-

15 Apud Capul J.-Y., Garnier O. (1994) - *Dictionnaire d'économie et de sciences sociales*,
Maison d'édition Hatier, Paris, p. 391

16 Idem p. 392

remment dans deux espaces idéologiques différents : aux Etats-Unis, Erwin Esser Nemmers, professeur de management à la Northwestern University, définit la *rationalisation* comme un terme utilisé notamment en Allemagne après la première guerre mondiale «*pour décrire un effort conscient et décidé pour réaliser les économies offertes par les combinaisons verticales et horizontales. Cela peut être réalisé en divisant le marché, en appliquant des quotas et des procédures similaires*». ¹⁷

En Roumanie, la même année 1974, pour ne pas contredire la définition scientifique dominante du rationnement, le Dictionnaire d'économie politique introduit le terme „*rational*”, qu'il définit comme «*une mesure prise par les pouvoirs publics pour assurer, sous certaines conditions, la répartition entre les consommateurs ou les bénéficiaires, des biens dont la société dispose, à un moment donné, en quantités limitées*» ¹⁸.

Mais au-delà de la confusion idéologique, force est de constater que la science économique a aussi contribué, souvent indirectement ou peut-être même par son absence, à l'exploitation «*inconditionnelle*» des ressources de la planète.

4. *La préoccupation* souvent exclusive de la *rentabilité* et la vision du profit comme «*indicateur final*» de la performance économique ont pratiquement «*déshumanisé*» l'économie et créé ainsi des théories telles que les «*marchés autorégulateurs*», qui se sont révélées, après les grandes crises de ces dernières années, n'être que des fables.

Retrouver et replacer l'homme à l'épicentre de la science économique est le seul moyen viable d'assurer un développement durable. La tentative de

17 „to describe a conscious and determined effort to obtain the economies which vertical and horizontal combinations have to offer. This may be achieved by market sharing, quotas and similar devices”, Nemmers E. E., (1974) - *Dictionary of Economics and Business*, Littlefield, Adams & Co., Totowa, New Jersey, p. 367

18 Dicționar de economie politică (Dictionnaire d'économie politique), Editura Politică, Bucarest, 1974, p. 637

certaines économistes de traiter l'économie comme une science naturelle s'est avérée non seulement néfaste, mais même dangereuse pour les ressources de la planète. *L'économie n'a jamais été et ne sera jamais de la physique ou des mathématiques, et encore moins seulement de la physique ou des mathématiques.*

Ce point a également été atteint parce qu'il est plus facile d'imputer les évolutions indésirables à des facteurs naturels soi-disant objectifs, naturels, que d'assumer les limites de théories et de décisions mal formalisées. Même si nous la retrouvons dans d'autres sciences (par exemple les mathématiques), la condition de «*rationalité*» est, jusqu'à la validation irréfutable de théories plus anciennes ou plus récentes, l'apanage de l'être humain.

Il est vrai qu'il est extrêmement difficile, impossible à notre avis, d'identifier l'acteur économique/politique-économique, qu'il s'agisse d'une personne, d'une organisation, d'une autorité, etc. qui peut répondre à des questions telles que : combien et comment pouvons-nous consommer/utiliser les ressources de la planète, pour assurer un développement transgénérationnel ?

De telles questions sont des questions pièges, qui ne peuvent que servir les apologistes du «*profit*» !

La réponse est simple ! *Personne ne doit/devrait avoir le droit de fixer les besoins de l'être humain, pour la simple raison que, comme les empreintes digitales, ils sont individuels !* L'histoire a prouvé, avec force prouvant, que toute tentative d'ignorer cet aspect était vouée à l'échec.

5. *La solution à ce difficile problème de la diversité, et donc la solution au développement durable, n'est qu'une : L'ÉDUCATION !* L'éducation en général et l'éducation économique en particulier ont fait couler beaucoup d'encre. Aujourd'hui, compte tenu de l'évolution économique contemporaine, on discute beaucoup de l'éducation financière des jeunes, de la nécessité et des techniques d'épargne ou des moyens efficaces d'investir. Il est facile de

voir que, par essence, toute cette «*éducation*» est orientée vers le seul but de maximiser les revenus, en fin de compte le profit.

Or, dans notre approche, c'est précisément le mauvais objectif. *Continuer à assimiler le revenu, tel qu'il est défini actuellement, à la qualité de vie est peut-être la plus grande erreur de l'économie actuelle !*

Incontestablement, le revenu a été et reste un indicateur important de la qualité de vie des gens. Le problème majeur, qui est également difficile à résoudre, est que l'économie continue à considérer le revenu presque exclusivement comme une ressource financière disponible pour la consommation de biens, des biens qui sont destinés à satisfaire les besoins des individus. *De même que l'homme n'est pas seulement matériel, la satisfaction humaine ne peut pas être exclusivement matérielle !*

Tel devrait être le point de départ de toute approche pédagogique de l'économie, et la science économique est appelée à fournir le plus rapidement possible une nouvelle définition opérationnelle du concept de revenu.

Des tentatives théoriques en ont été faites. Rappelons, une fois de plus, Georgescu-Roegen qui, dans sa tentative d'identifier une équation générale de la valeur, est parvenu à la conclusion que «*le véritable produit du processus économique n'est pas un courant matériel, mais un flux psychique - le plaisir de vivre que ressent chaque individu de la population*». Citant deux autres économistes américains, Frank Fetter et Irving Fisher, Georgescu-Roegen souligne que c'est précisément «*ce flux psychique qui constitue la notion appropriée de revenu dans l'analyse économique*»¹⁹.

Le passage de l'homo sapiens à l'homo oeconomicus n'est possible, selon nous, que lorsque la science économique, confrontée aux limites de la vie sur la planète, sera capable d'opérationnaliser cette façon de définir le revenu.

¹⁹ Georgescu-Roegen N. (1996) - *Legea entropiei și procesul economic (La loi de l'entropie et le processus économique)*, Recueil „Nicholas Georgescu-Roegen- Œuvres complètes”, Bibliothèque de la Banque Nationale, Vol. V, Editura Expert, Bucarest, p. 277

Le monde dans lequel nous vivons : l'économie de marché semble avoir atteint ses limites, étant de moins en moins capable de résoudre par elle-même, sur la base de principes concurrentiels, les problèmes du troisième millénaire !

Au-delà des réflexions des économistes, le présent révèle une réalité inquiétante : l'État a manqué à sa mission de redistribution du bien-être.

Mais, peut-être pire est le fait que depuis des années nous assistons à ce que nous avons appelé „*la croissance sans développement*”, les PIB augmentent, mais le bien-être des citoyens, de la majorité, reste au plus constant ou, dans des situations fréquentes, diminue.

Cette réalité apparemment paradoxale, confirmée y compris par la „*disparition*” des statistiques économiques de la classe moyenne, autrefois considérée comme „*le moteur du développement*”, de la soutenabilité, **nous oblige à une reconsidération fondamentale du rôle de l'économie, de la science économique et, en particulier, de la fonction économique de l'État dans la société actuelle.**

Pour „*l'équilibre mondial*” „*le profit*” doit être remplacé par „*le bien-être*” en tant que „*moteur économique*” et la croissance économique ne sera plus évaluée par le PIB, une solution pour son remplacement rapide étant l'Indice du développement humain !

L'École d'économie humaniste de Barcelone, développée à l'initiative de Son Excellence Jaime Gil Aluja au sein de la RACEF, a pris des avances importantes en vue de ce changement de paradigme en sciences économiques.

Ce n'est peut-être pas une „*nouvelle économie*”, mais nous parlons certainement d'*une révolution dans la science économique* et, comme toute révolution, elle a besoin de deux facteurs essentiels pour réussir : des principes épistémologiques déterminés et un large soutien.

Le fondement d'une telle approche de la transformation de la science économique contemporaine dépend, avec beaucoup d'autres, de chacun de nous.

Nous sommes convaincus que, pour l'Europe, un de façon de regagner sa place à la table des puissances mondiales est par la culture, et jusqu'à la cristallisation d'une véritable culture européenne, les cultures nationales sont les seules qui ont vraiment la possibilité de donner une identité et une pertinence au monde à l'Union européenne.

Références

Allaire Y., Fîrșirotu M. (2011). *Pledoarie pentru un nou capitalism – despre cauzele profunde ale crizelor financiare și despre mijloacele prin care putem ieși din ele* (Plaidoyer pour un nouveau capitalisme - sur les causes profondes des crises financières et la manière d'en sortir) Editura Logos, Bucarest.

Capul J.-Y., Garnier O. (1994). *Dictionnaire d'économie et de sciences sociales*. Maison d'édition Hatier, Paris.

Dictionar de economie politică (Dictionnaire d'économie politique) (1974). Editura Politică, Bucarest.

Dinga E. (2009). *Studii de Economie – contribuții de analiză logică, epistemologică și metodologică* (Études en économie - contributions de l'analyse logique, épistémologique et méthodologique), Editura Economică, Bucarest.

Georgescu-Roegen N. (1996). *Legea entropiei și procesul economic* (La loi de l'entropie et le processus économique), Recueil „Nicholas Georgescu-Roegen - Œuvres complètes”, Bibliothèque de la Banque Nationale, Vol. V, Editura Expert, Bucarest.

Iancu A. (1993). *Tratat de economie* (Traité d'économie), Vol. 1, *Știința economică și interferențele ei* (La science économique et ses interférences), Editura Economica, Bucarest.

- Ioan-Franc V., and Diamescu A.-M. (2021). La crise d'après les crises – La crise de l'humanité?, en: *La nueva economía después del SARS-COV-2. Realidades y revolución tecnológica*, RACEF, Barcelona.
- Ioan-Franc V., and Diamescu A.-M. (2023). *Penser le Monde – nouveaux horizons pour „Penser l'Europe”*. XX Séminaire international académique „Penser l'Europe”, Académie Roumaine, Bucarest.
- Komlos J. (2019). *Principiile economiei într-o lume postcriză* (Principes économiques dans un monde post-crise). Editura Centrului de Informare și Documentare – Académie Roumaine, Bucarest.
- Nemmers E. E., (1974). *Dictionary of Economics and Business*, Littlefield, Adams &Co., Totowa, New Jersey.
- Pop N., and Ioan-Franc V. (2009). *Credință și economie - un eseu despre cunoaștere, credință, virtuți și performanță* (Foi et économie - un essai sur la connaissance, la foi, les vertus et la performance). Editura Expert, Bucarest.
- Pop N., and Ioan-Franc V. (2022). Criptomonedele în declin mai deschid un viitor? (Les crypto-monnaies en déclin ont-elles encore un avenir?). *Academica*, XXXII, 382-383.
- Schneider, W. (1968). *Omniprezentul Babilon – Orașul ca destin al oamenilor de la Ur la Utopia* (L'omniprésente Babylone - La ville comme destin humain d'Ur à l'Utopie). Édition en roumain 1968, Editura Politică, Bucarest.

ESTIMATION OF THE SOCIAL CONSEQUENCES LEVEL OF COUNTRIES ECONOMIC DEVELOPMENT

Dr. Gorkhmaz Imanov

*Académico Correspondiente por Azerbaiyán de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

1. Introduction

The founders of fuzzy economics theory, Professor L. Zadeh [1], Kofmann and Professor J. Gil-Aluja [2-4], developed the methods that are used to solve contemporary problems of uncertainty in economics. One of the difficult problems to solve in socio-economic systems is the assessment of the social consequences of the functioning of the economy.

The economic development of each country is accompanied by social consequences. If development corresponds to economic growth, then social development is positive. Otherwise, social indicators such as employment, inflation, poverty increase and the general social situation of the population worsens.

In 2008, the Nobel Prize laureates Prof. J. Stiglitz, A. Sen and Prof. J. Fitoussi in the report of the Commission for Measuring Economic Performance and Social Progress [5] identified the limits of GDP as an indicator of economic performance and social progress. It has long been clear that GDP is an inadequate indicator, especially in its economic, environmental and social dimensions. The report examined how the wealth and social progress of a nation could be measured, without relying on the unidimensional GDP measure.

After report appeared, some investigations were devoted to this problem. Let us note some of these works. "A Critical Analysis of Social Development:

Features, Definitions, Dimensions and Frameworks” underline that social development is essentially concerned with not only the material aspect but also the non-material aspect of society and human life [6]. Hence, social development framework should take into account every material and non-material aspects of social development.

In “The SOLA Model: A Theory-Based Approach to Social Quality and Social Sustainability” presentation of the model and on conceptual issues of social sustainability and social quality was proposed [7]. The model is based on an extensive review of alternative approaches. It is empirically validated in quality of life research in social and health care, and applied in on-going research on inclusive social policy.

Taken into account above mentioned investigations in this paper for estimation level of social consequence of Azerbaijan’s economic development model were social sustainability and social quality models are proposed and given result of solution problems which relevant to the models.

2. Indicators employed in intuitionistic fuzzy logic-based social sustainability models

Today, there are many definitions of **social sustainability** by scientists and international organizations. Scientists and practitioners have proposed various definitions of social sustainability. Taking into account the objectives of the study, the following definition is more comprehensive and relevant: “Social sustainability is a quality of societies, signifying the nature-society relationships, mediated by work, as well as relationships within the society. Social sustainability is satisfying if an extended set of human needs are shaped in a way that the normative claims of social justice, human dignity and participation are fulfilled [8]. Core themes concern human well-being and equity, access to basic needs, fair distribution of income, good working conditions and decent wages, equality of rights, inter-and intragenerational justice, access to social and health services and to education, social cohesion and inclusion, empowerment, and participation in policy-making [9].

The elaborated approach for assessment of social sustainability goals cover the following indices: Quality of Life, Basic Human Needs, Human Capital and Research, Ecocivilization have the common indicators with Social Development Goals [10] which is described in table 1.

Table 1. Relation of Social Sustainability components with SDGs

Socio-economic indices	Sub-indices	Relation to SDGs
Quality of Life (QLI)	Material Wellbeing Health Political Stability and Security Political Freedom Family Life Community Life Climate and Geography Job Security Gender Equality	SDG1, SDG3, SDG5, SDG8, SDG13, SDG12, SDG16
Basic Human Needs (BHN)	Nutrition & Basic Medical Care Water & Sanitation Shelter Personal safety	SDG1, SDG2, SDG3, SDG6, SDG7, SDG12, SDG16
Human Capital and Research (HCR)	Education Tertiary education Research & development	SDG4, SDG9
Ecocivilization (ECLI)	Green economy Social quality Ecological quality	SDG1, SDG2, SDG3, SDG6, SDG7, SDG11, SDG12, SDG13, SDG14, SDG15
Social Mobility (SM)	Income mobility	SDG10

Source: Adam Mohamed et al. (2020)

3. Indicators employed in intuitionistic fuzzy logic-based social quality models

The Social Quality approach measures the quality of the social context of everyday life which is seen as the outcome of the dialectical relationship between the formation of collective identities and the self-realization of the human subject. It provides the essential link between need, action and policies between economic and social development. It measures the extent to which the quality of daily life provides for an acceptable standard of living, taking account of the structural features of societies and their institutions as assessed by reference to their impact on citizens. It conceptualizes ‘the social’ as the space created by the interaction between the economic and social structures, between structure and agency. The Social Quality model identifies four fields: economic security, social cohesion, social inclusion and the conditions for social empowerment [11] (tab. 2). Sub-indices and their indicators are given in table 2.

Table 2. Social Quality Index components

Sub-indices	Indicators
Socio-economic Security Index (SESI)	Unemployment/ employment security Poverty rate/income sufficiency Homelessness/Satisfaction with housing Access/sufficiency of public services
Social Empowerment Index (SEI)	Education level Health problems/perceived health Access to information of public services Governance/ support of citizens
Social Cohesion Index (SCI)	Distances Inclusion-exclusion mechanisms Sense of belonging

Cont...

Sub-indices	Indicators
Social Inclusion Index (SII)	Recognition of human rights of all citizens Respect of rule of law Equality/Tolerance Labor market inclusion/retirement

Sources: Pieper, P. et al. (2019) ; United Nations, Chile (2007).

4. Algorithm for solution of the problems corresponding to the models

The developed algorithm [13] for computation of Sub-indices of the models includes next steps:

Step 1. Normalization of input data. In order to convert crisp input data given in different scales into fuzzy numbers, firstly the data must be normalized. On that account, max-min normalization method for the positive and negative affecting indicators is employed:

$$Y^+ = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad Y^- = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \quad (1)$$

Step 2. Fuzzification of normalized data. With the purpose to convert the normalized data into fuzzy numbers, we use triangular membership fuzzification function:

$$\mu_A = \begin{cases} \frac{x - a}{b - a}r, & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}r, & b \leq x \leq c \\ 0, & x < a, x > c \end{cases} \quad (2)$$

Step 3. Building of the fuzzy preference relation (FPR) matrix. In this phase, FPR matrix is constructed in order to obtain the criteria weights:

$$R = (r_{ij})_{n \times n} \quad (3)$$

Step 4. Transforming of the initial FPR matrix into consistent FPR matrix. In FPR getting valid solution depends on FPR matrix consistency. Since the weak consistency may lead to distorted results, it is considered as a critical problem in FPRs:

$$\tilde{R} = (\tilde{r}_{ij})_{n \times n} \tag{3}$$

The additive consistency of FPR was proved to be insufficient, for this reason multiplicative consistency must be checked .

Step 5. Computation of the criteria weights. Next, the vector of criteria weights are assessed: $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$

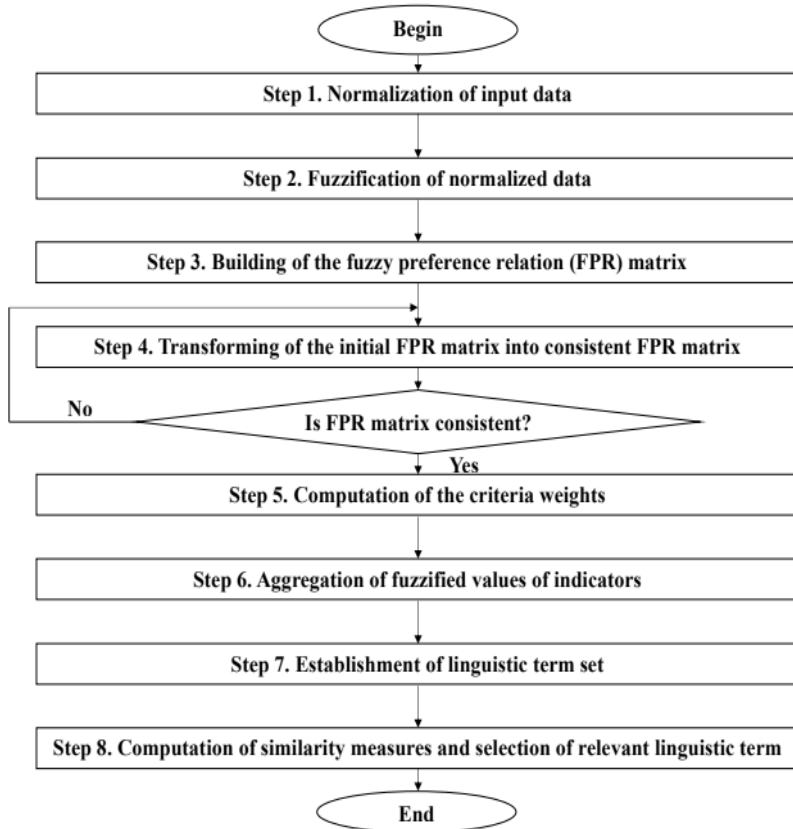
Step 6. Aggregation of fuzzified values of indicators. In this step, fuzzy weighted aggregation operator (FWA) is implemented for incorporation of intuitionistic fuzzy values (IFVs) standing for sub-indices and their indicators:

$$FWA = \sum_{i=1}^n \tilde{A}_i \omega_i \tag{4}$$

Step 7. Establishment of linguistic term set. With the purpose to recognize the level of aggregated fuzzy value among the linguistic term set, the linguistic term scale is constructed.

Step 8. Computation of similarity measures. In the final step, with the purpose to identify corresponding linguistic term to aggregated fuzzy values, similarity measures are computed .

The flowchart of the computation algorithm is illustrated in figure 1.

Figure 1. The flowchart of the computation algorithm.

5. Results of estimations of social sustainability sub-indices corresponding to the models

The following are the main results of the research conducted on the determination of quality of life, basic human needs, human capital and research indices, ecocivilization with intuitionistic fuzzy models, which are the main components of social sustainability:

Quality of life. The Economist Intelligence Unit [14] organization developed the Quality of Life Index (**QLI**) based on a modern unique methodology, which correlates the results of the subjective life assurance survey for Azerbaijan with **QLI** indicators. The obtained results for Quality of Life Index (**QLI**) are given below:

QLI(2014) – AH (Absolutely High)

QLI(2016) – AH (Absolutely High)

QLI(2018) – AH (Absolutely High)

QLI(2020) – AH (Absolutely High)

QLI(2021) – AH (Absolutely High)

The Basic Human Needs (BHN). BHN is one of the three elements of the Social Progress Index and is calculated as one of its sub-indices [15]. The Social Progress Index is a non-economic measure of the social activity of all the countries of the world.

Thus, the obtained result for 2021-year **BHN** in a linguistic term is as follows:

BHN(2021)= AH (Absolutely High)

Human Capital and Research. Data from the Global Innovation Index [16] were used to estimate the **Human Capital and Research Index (HCR)**:

The intuitionistic fuzzy values of **HCR** falling into the corresponding intervals have been replaced by linguistic terms expressing the level of **HCR** index for each year:

HCR(2015) = Very High

HCR(2018) = Very Low

HCR(2016) = Very Low

HCR(2019) = Low

HCR(2017) = Very High

HCR(2021) = Low

Ecocivilization Index. Ecocivilization (**ECLI**) is a new paradigm of Sustainable Development and include Green economy, Social quality, and Ecological quality. The obtained results of computation are[17]:

$$\mathbf{ECLI(2018) = ML}$$

$$\mathbf{ECLI(2019) = L}$$

$$\mathbf{ECLI(2020) = VL}$$

Taking into account the results of **QLI**, **BHN**, **HCR** and **ECLI** indices for 2021 using fuzzy linguistic union operation we obtain aggregated social sustainability index (**ASSI**):

$$\mathbf{ASSI = QLI \cup BHN \cup HCR \cup ECLI = AH \cup AH \cup L \cup L = MH = (Medium High)}$$

6. Results of estimations of social quality sub-indices corresponding to the models

Social Quality and its Sub-indices (Socio-economic Security Index, Social Empowerment Index, Social Cohesion Index, Social Inclusion Index) are evaluated with fuzzy logic-based extension methods as fuzzy, intuitionistic fuzzy, interval-valued intuitionistic fuzzy, and hesitant fuzzy tools. Despite the fact that various approaches are applied, the elaborated algorithm for computation is common for all of Social Quality Sub-indices.

Based on the algorithm presented above **Social Security Sub-index (SESI)** is computed with the application of fuzzy instruments. The computed overall index is given both in fuzzy triangular number and linguistic term that represent **SESI** for Azerbaijan in 2021:

$$\mathbf{SESI = (0.67,0.77,0.83) = High (H))}$$

Social Empowerment Sub-index (SEI) is computed employing intuitionistic fuzzy instruments referring to the common algorithm. Aggregated overall index for **SEI** as intuitionistic fuzzy value is given below:

$$SEI = (0.77, 0.10)$$

Similarity measures between aggregated value for **SEI** and linguistic terms leads to identification the level of **SEI** for Azerbaijan in 2021:

$$SEI = \text{High (H)}$$

Following the computation algorithm for all subindices, the **Social Cohesion Sub-index (SCI)** is computed with the application of interval-valued intuitionistic fuzzy tools. The aggregated value of **SCI** is:

$$SCI = ([0.60, 0.66], [0.27, 0.30])$$

Similarity measures between aggregated value for **SCI** and relevant linguistic terms are computed and the highest similarity value corresponds to the linguistic term - Medium(M), and the level of **SCI** in 2021 for Azerbaijan is:

$$SCI = \text{Medium (M)}$$

Following the computation algorithm for all subindices, the **Social Inclusion Sub-index (SII)** is computed with the application of hesitant fuzzy tools. The value of **SII** in linguistic term is:

$$SII = \text{Medium (M)}$$

Finally, the **Social Quality Index (SQI)** is computed using fuzzy linguistic union operation, and aggregated value of all four indices given above in linguistic term is presented as:

$$SQI = SEI \cup SEI \cup SCI \cup SII = H \cup H \cup M \cup M = M (\text{Medium})$$

Social mobility (SM) is a very important index to define the level of social sustainability and social quality. Social mobility is the transition of social

groups between different levels of the social hierarchy. Social mobility is measured in two ways: mobility speed and mobility intensity. As a suitable method for measuring social mobility fuzzy linguistic Markov Chain was used.

In order to forecast **social mobility**, Theil and Fields indices were first calculated, and at the next stage, using the linguistic Markov chain the indices were forecasted[18].

The initial state of social mobility indices in 2020 for Azerbaijan by economic strata were: $\mathbf{SM}(2020) = (0, 0.07, 0.47, 0.18, 0.04)$ which corresponds to the following linguistic social mobility vector: $\mathbf{SM}(2020) = (VL, L, VM, L, L)$.

The transition matrix from one socio-economic stratum to another was determined based on the dynamics of households divided into social classes based on income level.

Fuzzy linguistic Markov chain based forecasts of the social mobility intensity for 2021-2023 resulted in the following fuzzy linguistic vectors for social strata:

$$\mathbf{SM}(2021) = (VL, L, VM, L, L)$$

$$\mathbf{SM}(2022) = (VL, L, VM, L, L)$$

$$\mathbf{SM}(2023) = (VL, L, VM, L, L)$$

It is obvious that there were not changes in the social groups mobility indices. The inexistence of changes in mobility indices in social strata over the next three years is due to the fact that the transition matrix is cumulative and covers the recent years. If the transition matrix is ideal, that is, if the transition from the very poor to the poor, from the middle to the upper class and keeping in the upper class is high (H), and the other transitions are medium (M) levels, then the mobility indices for social classes will accumulate at the medium (M) levels. This means a steady and ideal state of social mobility.

In this study, the social groups mobility indices (Fields and Ok indices) were computed separately for the years 2009, 2015, 2020. It was determined that the mobility indices for the very poor stratum were very low, for the low-income stratum was average, and for the rest strata were low.

The forecast of the indicators for the coming years with the fuzzy linguistic Markov chain showed that there will be no significant change. Since high mobility indices is the sign of no need for redistribution of income in the society, the research conducted in this direction can be useful in the preparation of social policy programs.

7. Conclusion

The proposed approach contributes to define social consequences of economic development of the country. Social sustainability and social quality indices make possible the wider analysis of socio-economic system functioning. With the application of the instruments of intuitionistic fuzzy logic theory taking into account uncertainty of indicators of social system and we get more objective results interpreting the level of social progress in the country.

References

1. Zadeh L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*. – N8.
2. A. Kaufmann y J. Gil-Aluja (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Santiago de Compostela: Milladoiro.
3. Gil-Aluja, J. (1996). Towards a new paradigm of investment selection in uncertainty, *Fuzzy Sets and Systems* Volume 84, Issue 2, 9 December, 187-197.
4. Gil-Aluja, J. (1999). *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers, 347.
5. J. Stiglitz, A. Sen and Prof. J. Fitoussi (2009). Report of the Commission for Measuring Economic Performance and Social Progress, 291.
<https://www.researchgate.net/publication/258260767>

6. Ali Ishag Adam Mohamed, Mustafa Omar Mohammed and Mohd. Nizam Bin Barom (2020). A Critical Analysis of Social Development: Features, Definitions, Dimensions and Frameworks. *Asian Social Science*, Vol. 16, No. 1.
7. Pieper, P., Karvonen, S., Vaarama, M. (2019). The SOLA Model: A Theory-Based Approach to Social Quality and Social Sustainability. *Social Indicators Research*, 146:553–580. [https:// doi.org/10.1007/s11205-019-02127-7](https://doi.org/10.1007/s11205-019-02127-7).
8. Littig, B.; Griessler, E. (2005). Social sustainability: A catchword between political pragmatism and social theory. *Int. J. Sustain. Dev.* 8, 65–79. [CrossRef]
9. Jennifer McGUINN et al. (2020). Social Sustainability Concepts and Benchmarks, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies Authors: PE 648.782.
10. Sustainable Development Goal Indicators. Access online: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11803Official-List-of-Proposed-SDG-Indicators.pdf>
11. Pamela Abbott, Claire Wallace (2012). Social Quality: A Way to Measure the Quality of Society, *Social Indicators Research*, August, Springer, 153-167.
12. United Nations, Chile (2007). A system of indicators for monitoring Social Cohesion in Latin America.
13. Hasanli Y., Aliyev A. (2023). Fuzzy models for assessment of Socio-economic Security Index. The International Conference on Theory and Application of Fuzzy Systems, Soft Computing and AI tools – *ICAIFS*, September 14-15, Antalya-Turkey.
14. The Economist Intelligence Unit's quality-of-life index. The world in 2005. https://www.economist.com/media/pdf/quality_of_life.pdf
15. 2021 Social Progress Index. <https://www.socialprogress.org/index/global/results>

16. The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development. Cornell University. Geneva.
17. Imanov G., Aliyev A. (2023). Intuitionistic fuzzy pattern recognition model in assessment of ecological civilization index. *XVIII congreso internacional de gestión, calidad, derecho y competitividad empresarial*. 21-22 Septiembre, Morelia, Michoacán, Mexico.
18. Imanov G. J., Aliyev A. Z. (2019). Fuzzy linguistic forecasting of social mobility. *The Journal of Economic Science: Theory and Practice*, V.76, 2.

CARBON TARIFFS AND UNFAIR COMPETITION

Dr. Constantin Zopounidis
*Académico Correspondiente por Grecia de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Dr. George S. Atsalakis
*School of Production Engineering and Management
Technical University of Crete, Greece*

Abstract

In terms of global competition, the unequal implementation of carbon costs puts domestic producers at a disadvantage. A border carbon tax is crucial to level the playing field. This mechanism not only mitigates the risk of carbon leakage but also incentivizes manufacturers in third countries to adopt greener production techniques. Moreover, it ensures that imports bear equivalent carbon costs as domestically produced goods.

Carbon footprints, as piecemeal efforts towards decarbonization will not suffice either economically or ecologically. Concurrently, the uptick in interest rates to curb inflation adversely affects borrowing costs, thereby hindering investment and posing risks of economic stagnation. This also exacerbates the financial strain of adopting sustainable practices and transitioning to a low-carbon economy by ensuring a fair world trade competition.

Our empirical evidence substantiates a competitive imbalance, as industries and countries substantially reliant on extra-EU imports with sub-par environmental standards secure a competitive edge. Consequently, we advocate for the implementation of carbon tax to imported goods, which proficiently assign equal costs for all in terms of carbon emissions.

Keywords: carbon tariffs; carbon leakage; carbon tax; carbon emission; carbon pricing.

1. Introduction

The necessity for environmentally stable transformation, in reaction to global climate irregularities, serves as an unmatched driving force for both preserving Earth's ecological systems and fostering human survival and advancement. This approach must be universally adopted—spanning all individuals, across all geographies, and for an indefinite duration. Failing to do so compromises both economic and ecological sustainability. This is because nations with lax environmental regulations can produce goods cheaply by relying on inexpensive coal energy, gaining an unfair competitive edge. Conversely, countries adhering to stringent environmental standards grapple with escalating production costs, owing to the significant infrastructure investments required for electrification.

Trade and energy serve as foundational elements that sustain modern economic systems. Commerce acts as the conduit for international transactions of goods and services, thereby promoting economic growth, specialized industry knowledge, and a diversified range of available resources. Moreover, trade stimulates competitive edge, fuels innovation, and creates job opportunities, while also reinforcing global diplomatic ties. Conversely, energy is the linchpin that enables modern economic activities, powering businesses, aiding transportation, and supporting domestic living conditions. Access to stable and cost-effective energy resources is essential for seamless business functionality and international commerce. As environmental challenges intensify, the transition toward eco-friendly energy alternatives is becoming increasingly vital, playing a crucial role in alleviating climate change impacts and ushering in a more sustainable future (Saddique et al., 2022; Shah et al. 2022; Kamal et al. 2022; Yasmeen et al. 2022; Zopounidis et al. 2023).

The vast bulk of human activities either actively trigger or passively support the combustion of fossil fuels. Roughly 80% of the world's energy production is fossil fuel-based, while the remaining 20% comes from electricity. This contributes to significant carbon dioxide emissions, the key greenhouse gas responsible for alterations in the Earth's atmosphere. These emissions act as externalities—unplanned social repercussions that are not factored into market-based transactions (Nordhaus, 2011).

The economic ramifications of climate change can be clearly outlined. In this context, economics provides a crucial policy framework: the urgent need to correct this market failure through the implementation of a market-based carbon pricing system. The idea of carbon pricing is fundamental to policy efforts designed to limit the increase in global temperatures to a range of 1.5 °C to 2 °C above pre-industrial levels. This approach aims to account for the social costs of emissions by attributing a monetary value to them, thus directly linking the expense to the source of the emissions (Boyce, 2018).

The carbon pricing system should openly mirror the social expenses generated by activities that emit carbon, and it should be globally enforceable—applicable to all persons, spanning all geographic areas, and without a time limitation. For a diverse range of economic participants—encompassing governments, corporations, and individual consumers, who collectively make a vast array of decisions annually—a sensible pricing framework for carbon is vital. This framework is indispensable for facilitating well-informed decisions related to consumption, investment, and technological advancements that are concurrently economically viable and environmentally sustainable.

In this article, we contend that the “polluter pays” principle is inadequately implemented, leading to imbalanced global competition among corporations and nations. This disproportionality results in elevated energy costs in countries committed to green initiatives. The ramifications of such policy imbalances include prohibitively high energy prices for households and small businesses, which lack the ability to pass these costs on to consumers through

higher sales prices. Furthermore, the rising production costs, fueled by increased energy prices, render domestic goods uncompetitive in global markets. This imbalance manifests itself in trade deficits with nations that either neglect or inadequately enforce green policies. For instance, the trade deficit between the European Union and China escalated from 250 billion euros in 2021 to 295 billion euros in 2022.

2. Terms and background

The term “carbon leakage” denotes the situation in which initiatives aimed at mitigating greenhouse gas emissions in a specific jurisdiction inadvertently trigger a rise in emissions in a different jurisdiction. This often transpires when rigorous environmental policies or carbon pricing structures in one country or region encourage enterprises to shift their manufacturing operations to locales with more lenient regulations or reduced expenses tied to carbon dioxide emissions.

The term “Border Carbon Adjustment” (BCA) represents a regulatory strategy intended to equalize conditions among nations with varying degrees of carbon pricing or environmental standards. The objective of BCA is to counteract carbon leakage—the scenario where companies transfer their activities to regions with more relaxed environmental rules, consequently weakening the efficacy of local climate initiatives.

The term “carbon tariffs” denotes a specialized variant of Border Carbon Adjustment (BCA), a regulatory instrument designed to curb carbon leakage and advance worldwide efforts to mitigate climate change. These tariffs are charges applied to imports, calculated according to the carbon emissions incurred in their manufacturing process. The central aim is to harmonize the carbon emissions cost between goods produced domestically and those imported, thus alleviating the competitive imbalances experienced by sectors in nations with rigorous environmental standards or carbon pricing systems.

On March 10, 2021, the European Parliament initially voted on the blueprint for the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), acknowledging the Emissions Trading System's (ETS) limited efficacy. Subsequently, the European Commission presented a draft proposal in July 2021. The European Council gave its general assent to the CBAM framework on March 15, 2022, while keeping open the possibility for future dialogues on the cessation of free emission allowances and potential compensation for exporters. The Parliament approved a revised iteration of the proposal on June 22, 2022. A final consensus between the Council and Parliament was achieved on December 18, 2022, with formal endorsement expected in the early part of 2023. The mechanism is slated for implementation starting October 2023 and will experience a two-year period for reporting-only before full implementation. The full enforcement, encompassing the phased withdrawal of free allowances is foreseen between 2026 and 2034. Moreover, the European Parliament's resolution "Towards a WTO-compatible European mechanism for border carbon emission adjustments procedure 2020/2043 (INI)" was passed with 444 votes in favor, 70 against, and 181 abstentions on March 10, 2021.

3. Evidence for Arguments

Industries operate within an ideal competitive framework, chiefly aimed at profit optimization. Within each sector, the configuration of production functions is devised to contemplate the potential for substituting among capital, labor, energy, and materials. This adaptability enables both the market-based calculation of intermediate consumption and the value assessment of services derived from capital and labor (Fragkos and Fragiadakis, 2022)

Regulatory authorities bear a significant responsibility for crafting climate policies that are not only ambitious but also transparent and stable. In the short term, transitioning to a capital-intensive economic model may present various obstacles, such as rising energy costs that could impact overall price indices and strain capital markets, while also potentially undermining competitiveness.

There is a broad consensus on the pivotal role that carbon pricing mechanisms, notably cap-and-trade systems, play in executing cost-effective climate strategies (Hintermayer, 2020; De Perthuis and Trotignon, 2014; Fragkos and Fragkiadakis, 2022). A key instrument in European climate policy since its establishment in 2005 is the European Union Emissions Trading System (ETS). This framework sets a decreasing emissions cap in line with EU goals and facilitates a market where industrial actors trade emission allowances based on their emission levels. The ETS comprises emissions from over 10,000 industrial participants, including sectors like steel, cement, fossil fuel-based electricity generation, and domestic aviation within Europe, collectively accounting for 40% of the region's total emissions. Despite its growth across various governance tiers over the past decade, emission pricing schemes currently cover only around 20% to 25% of global greenhouse gas emissions (Métivier et al., 2018; World Bank, 2018).

Divergences in global carbon pricing can give rise to 'carbon leakage,' a phenomenon that jeopardizes nations with progressive climate policies. Specifically, emissions-heavy industries may relocate to countries with more lenient environmental standards, leading to imports partially replacing domestic manufacturing. This issue is exacerbated by a rise in carbon intensity in less-regulated nations, thus diminishing the impact of countries that implement rigorous carbon pricing mechanisms. This challenge gains prominence in the context of the European Commission's bold target for climate neutrality by 2050. Dai et al. (2021) assert that compromised global carbon emissions efficiency in international trade leads to the onset of carbon leakage

While carbon tariffs bear some resemblance to traditional trade tariffs, they also feature unique attributes. It is beneficial to delve into two specific arenas: global supply chain management in the setting of conventional trade tariffs, and its management under the structure of carbon tariffs. Nations commonly deploy tariffs to influence international competitiveness and protect their domestic sectors (Nagurney, 2019).

Detractors argue that, while universal carbon pricing may globally be cost-efficient, it tends to disproportionately impact developing economies and major fossil fuel exporters, thereby aggravating existing inequalities (Banks and Fitzgerald, 2020). Presently, the national commitments made under the Paris Agreement framework appear significantly insufficient in achieving the necessary emission reductions advised by scientists to maintain global temperature increases below 2°C.

A research study by Lin and Li (2011) indicates that the implementation of Carbon Border Tax Adjustments (CBTA) would have diverse implications for the economic landscape. Moreover, when assessing both environmental outcomes and competitiveness metrics, Antimiani et al. (2013) argued that a globally coordinated approach would be the most effective and efficient strategy to combat carbon leakage. However, as of now, such global coordination is notably absent.

Proponents contend that carbon border tariffs and producer subsidies serve as potent deterrents against corporations shifting their production bases to regions with lax environmental regulations, thereby reinforcing the effectiveness of stringent environmental goals. On the contrary, skeptics warn that the adoption of carbon border tariffs could potentially create friction in international trade relationships and might even be construed as a form of protectionism. Additionally, there is a perspective that emphasizes the administrative and bureaucratic complexities associated with the implementation of such measures, which could discourage smaller nations from embracing them. Hence, while the establishment of carbon border tariffs and subsidies emerges as a tactic to mitigate the risk of industrial relocation to less environmentally restrictive regions, the strategy itself is subject to divergent opinions concerning its impact on trade and administrative practicability.

A research study conducted by Beccarello Di Foggia (2023) assessed the effectiveness of the European Emissions Trading System (ETS) in achieving two key objectives: fostering a competitive balance among industries and

reducing overall carbon emissions. While the study confirmed a substantial positive environmental impact, manifested through a steady decline in carbon emissions, it also highlighted areas for refinement, especially regarding how the system accounts for emissions expenses originating outside of Europe. These external emissions, if not appropriately managed, can have detrimental impacts on economic stability. Drawing on data gathered from six European countries between 2016 and 2020, the research disclosed that sectors heavily reliant on extra-European imports for raw materials may secure unfair competitive advantages, consequently distorting production costs and market dynamics. The study amplifies not only the well-documented issue of carbon leakage but also shines a light on challenges to fair competition within the European landscape.

Proponents argue that the pathway to decarbonization provides significant growth opportunities, particularly for countries possessing a robust capacity for innovation and the export of low-carbon technologies. Conversely, the study by Lin and Li (2011) points out that the introduction of Carbon Border Tax Adjustments (CBTA) would have multiple ramifications. It would reshape the competitive standing of various industries, recalibrate comparative advantages, and alter both trade balances and production volumes. Furthermore, the implementation of CBTA would instigate a fundamental restructuring of economic outputs, prompting a shift from industrial sectors to non-industrial ones.

Environmental issues possess global ramifications, and there has been a burgeoning body of scholarly research investigating the effectiveness of carbon tariffs in mitigating global carbon emissions. Numerous studies have provided macro-level insights into how carbon tariffs influence both carbon leakage and emissions reduction (Kuik and Hofkes, 2010; Banks and Fitzgerald, 2020; Lin and Li, 2011; Xu and Hobbs, 2021; Antimiani et al., 2013; Bednar-Friedl et al., 2012; Huang et al., 2021; Ramadhani and Koo, 2022; Drake, 2018).

The study conducted by Boehringer et al. (2018) suggests that carbon tariffs have limited effectiveness in improving the global cost-efficiency of unilateral climate actions. According to their research, the most significant outcome is the shifting of economic burdens from developed to developing nations. This calls into question both the ethical implications and the overall effectiveness of employing carbon tariffs as a policy tool. Sakai and Barrett (2016) examined the impact of carbon tariffs in their study, particularly focusing on the tariff burdens experienced by nations that have not adopted emissions reduction measures. Their findings indicate that carbon tariffs are a complicated, expensive, and largely ineffective strategy that has minimal impact on curbing carbon emissions and mitigating carbon leakage.

Mathiesen and Maestad (2004) indicate that although carbon taxes may serve as an effective remedy for carbon leakage, they fall short of contributing to a decrease in worldwide carbon dioxide emissions. In a meta-analysis conducted by Branger and Quirion (2014), it was found that the average rate of carbon leakage stood at 14% in the absence of any interventionist policies. When a carbon border regulation tax was implemented, holding other variables constant, the carbon leakage rate was reduced by 6%. This suggests that carbon tariffs are effective in mitigating carbon leakage.

In the literature, there are many barriers (key influencing factors) to curbing greenhouse gas emissions. Some of them are among the following: lack of awareness (Singh, et al., 2022), lack of supporting finance by financial Institutions (Ohene et al. (2022), low credit rating (Arent et al., 2022), lack of market gain (Chapungu et al., 2022), lack of low carbon competitiveness (Dissanayake, et al., 2020), cost effectiveness (Singh, et al., 2022), high set-up cost (Victor-Gallardo, et al., 2022), commercialization (Liu, et al., 2022), lack of motivation for low carbon- focused procurement (Vimal, et al., 2022), environmental regulations (Singh et al., 2022), unavailability of resources (Callaway, et al. 2018), air quality (Bush, et al., 2017), issues related to energy transition from fossil fuels (Shen, et al., 2018), lack of renewable energy sources (Van Doren, et al., 2018), lack of specific laws

(Bush, et al., 2017), less mobilized private funds for low carbon operation-related activities (De Sousa, et al., 2019), information asymmetry (Polzin, 2017), lack of renewable energy options (Kim, et al., 2020), lack of political commitment (Victor-Callardo, et al., 2022), lack of low carbon supply chain management (Singh, et al. 2022), lack of testing nodes in low carbon operation practices (Li, et al., 2017), lack of proper policy mechanism (Chen, et al., 2020a), lack of potential vendors (Vimal, et al., 2022), slow vehicle electrification (Vagnoni and Moradi, 2018), lack of capacity building and green training, scarcity of energy sources (Babatunde, and Perera, 2017), lack of low carbon technology (Shen, et al., 2018), lack of operational efficiency (Geroe, 2022), lack of top management commitment (Vimal, et al., 2022), lack of green motivation (Sindhvani, et al., 2022), carbon risk assessment (Vagnoni, and Moradi, 2018), lack of carbon governance (Liu, et al., 2018), and lack of performance assessment (Hall, et al., 2017). The above barriers could be determining factors in the success and speed towards the green transition (Schleich, 2009).

Despite the escalating imperative to combat climate change, existing policies are frequently implemented in a unilateral manner at either national or sub-national levels, resulting in heterogeneous strategies and intensities across distinct regions. This patchwork approach gives rise to carbon leakage, a phenomenon where emissions reductions in one jurisdiction may be neutralized by increases in another. Not only does carbon leakage compromise the efficacy of climate policies, but it also inflates the costs associated with emissions reductions. A comprehensive understanding of carbon leakage is essential for both efficacious policy design and equitable apportionment of global emissions reduction obligations (Yu, et al., 2021).

While the benefits of mitigating greenhouse gas (GHG) emissions are substantial for all countries, individual nations often lack a unilateral incentive to act, a point underscored by research from Gollier and Tirole (2015), as well as Fontagné and Schubert (2023).

The notion of introducing a universal tax to address this global economic externality appears impracticable. Despite the Paris Agreement launching a collaborative framework, its efficacy seems to be diminishing. This has led to the proposition of establishing a stratified international carbon price floor, which would be tiered according to income levels, as put forth by Parry et al. (2021).

Eckersley (2010) argues that equitable and efficacious border measures can be formulated in a manner consistent with the leadership obligations of developed nations, without unduly placing financial strains on developing countries, and while making consumers responsible for emissions generated through outsourcing.

Although the transition to a more sustainable paradigm entails upfront expenses, the enduring environmental and socio-economic advantages significantly outweigh these initial costs. Nevertheless, the affordability and accessibility of financing for high-risk, capital-intensive, low-carbon technologies could be pivotal in influencing both the pace and success of this ecological transition (Polzin, 2021; Karkatsoulis, 2016). Particularly in the current financial landscape where central bank rates exceed 5%, the cost of financing green investments has surged three- to fourfold.

For countries already burdened by high levels of debt, the financial challenges of transitioning to a sustainable economy are particularly acute. Allocating resources to new, environmentally-friendly initiatives while already committed to existing financial obligations creates a dilemma that can result in long-term path dependency, thereby impeding the evolution toward an eco-conscious economic system. While the long-term macroeconomic impact of adopting a low-carbon model is expected to positively affect employment, the near-term financial requirements for retraining displaced workers and bolstering social security nets are non-trivial (Saget et al., 2020).

In addition, the rapid structural shifts associated with transitioning to a more sustainable model can exacerbate the financial vulnerabilities of countries that derive significant fiscal revenue from industries facing decline. Any decrease in revenue from these sunset industries could increase the financial risks for these countries, making them more prone to economic instability (Semieniuk et al., 2021). Thus, the complexity of managing public finances during this period of transition calls for a nuanced, well-thought-out approach to fiscal policy.

Rosemberg (2010) explores the labor market implications in areas predominantly dependent on carbon-intensive industries. The study argues that a “just transition” should account for the possible deterioration in living standards that may arise from pivoting away from these sectors.

Saget et al. (2020) emphasizes that the shift towards a sustainable economic model extends beyond technological and economic adjustments; it also holds significant ramifications for social justice and labor market conditions.

Green fiscal stimulus measures, despite their high financial cost, can drive economic expansion in both direct and indirect ways by bolstering aggregate demand and enhancing productivity in environmentally-friendly sectors (IMF, 2020). Chen et al. (2020b) also elaborate that the impact of these stimulus initiatives can differ based on the existing concentration of green skills within a given community.

As articulated by Peszko et al. (2020), the economic impact of transitioning to a low-carbon economy will vary from country to country; it could be positive for some and negatively offset the gains from structural transformation for others. Therefore, each nation’s shift toward a more sustainable economic model must be meticulously managed, taking into consideration an array of unique macroeconomic vulnerabilities and risks that profoundly affect the spectrum of feasible transition routes.

Distinct climate strategies, ranging from carbon pricing to green investment incentives and direct allocations to eco-friendly infrastructure, produce varying social and macroeconomic repercussions contingent upon the particular context. While carbon pricing offers the advantage of zero direct fiscal expenditure, it has the potential to suppress real GDP by instantaneously increasing energy expenses (IMF, 2020). Research by Moz-Christofoletti and Pereda (2021) along with Dorband et al. (2019) suggest that the distributive impact of carbon pricing generally skews negatively, adversely affecting socioeconomically disadvantaged communities, even if it proves effective in curtailing emissions in the short term.

Magacho et al. (2023) claim that countries burdened with significant socioeconomic vulnerabilities and external dependencies frequently encounter challenges associated with sweeping structural changes. Embarking on a transition towards a low-carbon economic model under such circumstances is prone to exacerbate economic inequalities. These disparities may serve as stumbling blocks to not just economic expansion and employment generation, but they may also hinder the advancement of the low-carbon transition itself.

Yu et al. (2021) contend that any decline in greenhouse gas emissions in a particular region is partly offset by an increase in emissions in locales lacking similar initiatives. This phenomenon, known as “carbon leakage”, has meaningful implications for both the environmental effectiveness of climate policies and the economic viability of achieving emissions reduction objectives. It also prompts further inquiry into how countries can distribute the burden of global emissions reduction more fairly. Overall, carbon leakage poses a considerable obstacle in the progress of worldwide climate governance.

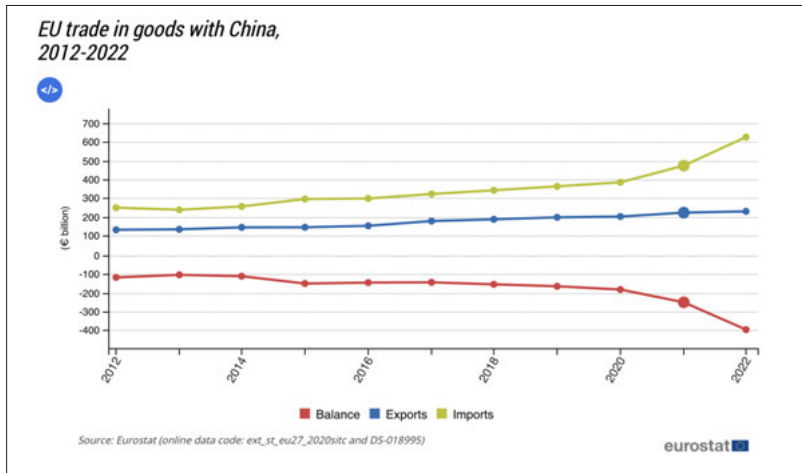
The enactment of carbon taxes and tariffs by different countries affects business production decisions, the development of global trade, and general

societal welfare. While carbon taxes are market-mechanism driven, carbon tariffs are motivated by specific policy goals. Hou et al. (2015) observed that nations possess the latitude to choose from various taxation approaches to mitigate carbon emissions. In addition to deploying carbon taxes as a means to reduce internal emissions and preserve environmental quality, key economies such as the EU and the US have indicated plans to implement carbon tariffs (Hou et al. 2015).

Wang (2015) reports that both European countries and the United States have passed laws designed to regulate their carbon borders. The aims are dual: firstly, to protect domestic industrial competitiveness, and secondly, to tackle the global phenomenon of carbon leakage. The principal tool employed for these carbon border controls is the levying of carbon tariffs. Notably, these tariffs are imposed by developed nations on imports that come from countries not adhering to emissions reduction commitments as outlined in the Kyoto Protocol.

On the one hand, producers are compelled to enhance production efficiency and adopt greener technologies in order to remain competitive against imports, as pointed out by Dai et al. (2021). On the other hand, imports surge due to the availability of inexpensive goods exported from countries that have not committed to reducing emissions.

The trade deficit of the EU with China reached €395 billion in 2022 (from 250 in 2021), while that of the USA with China reached \$382 billion (from 320 in 2021). Over the last decade, the USA and the EU have lost more than 5 trillion dollars due to the trade deficit solely with China. Figure 1 shows the continuously increasing trade deficit of the EU with China.

Figure 1. Evolution of the EU trade deficit with China

Coal often serves as a more economical energy source compared to various renewable alternatives. Consequently, industries in coal-dependent countries benefit from reduced production costs, making their products competitively priced on the international market. This cost advantage is sometimes criticized as “unfair competition” and contributes to the phenomenon known as “carbon leakage”. In this scenario, stringent environmental regulations in one nation can inadvertently prompt an increase in carbon emissions in another country with more lenient policies, effectively undermining global efforts to mitigate climate change.

Simultaneously, the trade imbalances faced by regions like the European Union and the United States require governmental financial interventions, such as borrowing or monetary expansion, to counterbalance these deficits. If left unaddressed, a decline in the standard of living among their populations would likely ensue. These fiscal measures have also indirectly fuelled inflationary pressures, compelling central banks to hike interest rates. Elevated interest rates can deter investments and amplify the financial strain on exist-

ing loans, thereby risking a state of economic stagnation or even contraction, marked by tepid or negative growth rates.

For China, a nation with an export-oriented economy, dwindling global demand due to economic contractions can lead to issues of overproduction and consequential price deflation. This reflects Japan's post-1990 economic landscape; once a dominant force in the global marketplace, Japan has seen a notable decline, with only Toyota presently ranking 42nd among the world's 50 largest companies. In contrast, 32 Japanese corporations were part of this list in 1989.

Moreover, the inflated cost of capital creates significant obstacles for the worldwide transition to a greener economy. With global debt standing at roughly three times the size of the global GDP, numerous governments and businesses already find themselves encumbered by the fiscal responsibility of managing elevated interest rates on existing debts. Under such financial constraints, initiating investments in sustainable energy infrastructure—like innovative electrical grids, advanced battery technologies, and electric vehicle charging stations—becomes increasingly problematic.

In this complex economic landscape, the lack of commitment from countries to low-carbon initiatives not only hampers global efforts to reduce carbon emissions but also undermines the investments made by other nations in climate change mitigation. The financial burdens associated with transitioning to renewable energy are already immense and show little indication of diminishing. The escalating costs of electricity, driven by a transition to cleaner energy, could also ignite social discord, thereby creating a conducive environment for the emergence of populist leaders.

The palpable risk is that multiple nations may either pause or postpone their efforts to address climate change. The prevalence of natural catastrophes in countries both adhering to and disregarding low-carbon practices serves as a telling sign. This highlights that in order for measures aimed at decarboniza-

tion to be effective, both in economic and environmental terms, they must be consistently executed across all demographics and geographic locations and sustained over an extended duration.

On August 17, 2023, the European Commission ratified regulations that govern the interim phase of the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). This transitional phase is set to begin on October 1 of the current year and is scheduled to conclude at the end of 2025. The issued implementing directive delineates the reporting obligations for EU importers dealing with CBAM-affected products, as well as the provisional method for quantifying the emissions inherent in the manufacturing of these items. During this grace period, traders are required to report solely the emissions integrated into imports covered by the scope of CBAM, without facing any financial repercussions. This interim period is intended to provide enterprises with ample time for predictable adaptation and to fine-tune the definitive methodology by the year 2026.

To aid importers and producers from non-EU countries, the Commission has disseminated guidelines that explicate the pragmatic ramifications of these fresh regulations for entities within and outside the EU. Concurrently, specialized information technology tools are in the pipeline to assist traders in quantifying and reporting these emissions. Complementary educational materials, including training modules, webinars, and seminars, are in the planning stages to bolster businesses in their transition to this novel mechanism. Although data collection for the fourth quarter commences on October 1, 2023, the inaugural mandatory reporting deadline for importers has been slated for January 31, 2024.

Conforming to World Trade Organization (WTO) guidelines and other international commitments of the EU, the CBAM obligates EU importers to acquire carbon certificates congruent with the carbon costs that would have been levied if the goods were produced under the EU's carbon pricing regulations. Conversely, if an external producer can validate that the carbon cost

has already been accounted for in their home country, the corresponding EU importer may deduct this cost in full. The primary aim of CBAM is to avert the risks associated with carbon leakage by incentivizing producers in third countries to adopt greener manufacturing practices.

In its initial phase, CBAM will pertain to categories such as iron and steel, as well as related products like screws and bolts, cement, aluminum, fertilizers, electricity, and hydrogen. However, for the CBAM to achieve its intended efficacy, it should be swiftly extended to encompass all types of imported goods and be implemented on a perpetual basis.

4. Discussion - Conclusion

In our research, we posited that the Emissions Trading System (ETS) faces challenges in equitably distributing the financial burden of emissions across various industries and nations. While previous studies have been primarily concerned with carbon leakage, our investigation shifts the lens toward potential distortions in competitiveness within the EU, arising from varying levels of market openness in extra-EU manufacturing sectors. We examined the alignment of the ETS with the ‘polluter-pays’ principle and its effectiveness in establishing a level competitive landscape.

Our findings affirm a negative correlation between the proportion of domestic demand satisfied by imports from outside the EU and the industry’s susceptibility to environmental dumping. This dynamic engenders a competitive imbalance, as sectors and countries predominantly reliant on extra-EU imports with laxer environmental standards stand to gain a competitive edge. Consequently, we endorse the introduction of auxiliary mechanisms, like a Carbon Border Adjustment Mechanism, to properly price carbon emissions. While beneficial, the narrow scope of products and countries covered by such a mechanism may reduce its efficiency, thus making carbon taxation an equally viable alternative. Future inquiries should be directed towards identifying a

well-balanced policy portfolio that increases the probability of fulfilling multifaceted objectives that are challenging to attain via a single policy approach (Beccarello and Di Foggia, 2023).

Our research augments understanding of the macroeconomic and related consequences of climate policies by integrating data pertinent to the EU's trade imbalance with China and the burgeoning financial costs associated with the green transition—particularly in light of central banks increasing interest rates to curb inflation. An in-depth examination of the trade deficit is crucial for bolstering the empirical basis upon which policy choices are made, thus furnishing a comprehensive grasp of the economic ramifications tied to climate goals. By focusing our inquiry on recently announced objectives, such as the EU Green Deal and the updated EU NDC targets for 2030, we ensure that our insights are both contemporary and immediately relevant for policymakers engaged in formulating low-carbon action plans.

European manufacturers of end products face a declining market presence, not only in third-country markets but also domestically. This loss in competitiveness arises because their products are pitted against imported goods whose carbon emissions are neither priced in their country of origin nor accounted for at European borders.

The complexities of worldwide environmental challenges call for rigorous examination, and existing studies have made significant strides by scrutinizing the effects of carbon tariffs on carbon leakage and emissions reductions at a macroeconomic scale. While this method offers both advantages and drawbacks, it continues to be a subject of active debate within the scholarly community.

Our findings align with extant literature concerning the potential influence of Emissions Trading Systems (ETS) on the efficient operation of the European Emissions Market, as they substantiate our initial hypotheses (Beccarello and Di Foggia, 2023).

They are also in line with the study by Drake (2018) which claims that in order to bolster the efficacy of the existing carbon pricing system, the addition of auxiliary policy tools capable of accurately reflecting the costs of emissions is advocated, regardless of where they originate. Within this framework, a consumption-based carbon tax could offer advantages over carbon border adjustments. Such insights could guide policymakers in developing impact assessments focused on maintaining an equitable competitive environment within Europe. Contrary to the notion that carbon tariffs serve as an economic shield, Drake (2018) has shown that their influence on the profits of domestic companies is variable—profits could either increase, decrease, or remain unchanged. This inconsistency challenges the argument that carbon tariffs inherently exhibit protectionist tendencies. Rather, the study indicates that carbon tariffs can augment existing emissions control mechanisms, thereby contributing to a global reduction in emissions where standalone regulations might be insufficient.

As demonstrated by Zhu et al. (2020), the implementation of an internal carbon tax within China has the potential to mitigate the effects of foreign carbon tariffs. Concurrently, this action could serve to level the competitive playing field, diminishing instances of unfair competition.

This article offers a comprehensive review of the literature on carbon emissions, delving into its mechanisms and critical factors that influence the transition to greener technologies. It further highlights areas requiring additional research to enhance both comprehension and management of the decarbonization process. Advocates contend that carbon tariffs could bolster existing emissions standards by introducing an additional financial deterrent against carbon-intensive manufacturing, thereby facilitating a global reduction in emissions. Critics, however, worry that such tariffs could have a differential impact on domestic companies, potentially creating an imbalanced economic landscape.

Certain experts also debate whether the core objective of carbon tariffs is environmental conservation or the protection of domestic industries. They note that benefiting domestic firms does not necessarily negate an underlying protec-

tionist agenda. Our position is that carbon tariffs could effectively supplement existing emissions regulations and contribute to lowering global emissions, especially when implemented collectively by nations. Given that numerous countries are reluctant to embrace decarbonization, we propose the imposition of a border carbon tax on goods produced in countries that have not committed to green policies and continue to rely on fossil fuels. This tax could serve as a foundational principle for equitable and competitive international trade.

The integration of climate and trade policy offers developed nations an avenue for simultaneously curbing global emissions and sustaining their economic competitiveness. Since the ratification of the Kyoto Protocol, the concept of Border Carbon Adjustments (BCAs) has emerged as a tool to make unilateral climate action more politically palatable. Such adjustments aim to safeguard domestic industries that are energy-intensive while preventing carbon leakage (Banks, and Fitzgerald, 2020).

Energy serves as the foundational element of any viable economy. Transitioning to renewable energy sources is a highly intricate endeavor, replete with challenges that span material, geopolitical, economic, and technological dimensions. As the urgency to address climate change amplifies, it becomes critical to consider the potential for resource conflicts and environmental degradation. The time-sensitive nature of these challenges only heightens the need for international collaboration and meticulous planning to alleviate associated risks.

References

- Antimiani, A., Costantini, V., Martini, C. (2013). Assessing alternative solutions to carbon leakage. *Energ. Econ.*, 36, 299-311.
- Arent, D.J., Green, P., Abdullah, Z., Barnes, T., Bauer, S., Bernstein, A. (2022). Challenges and opportunities in decarbonizing the US energy system. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 169, 112939.

- Banks, G.D. & Fitzgerald, T., (2020). A sectoral approach allows an artful merger of climate and trade policy. *Clim. Change*, 162, 165-173.
- Beccarello, M. & and Di Foggia, G. (2023). Emissions trading system: bridging the gap between environmental targets and fair competition. *Environ. Res. Commun.*, 5, 085009.
- Bednar-Friedl, B., Schinko, T., Steininger, KW. (2012). The relevance of process emissions for carbon leakage: A comparison of unilateral climate policy options with and without border carbon adjustment. *Energ Econ*, 34, S168-S180.
- Boehringer, C., Carbone, J.C., Rutherford, T.F. (2018). Embodied carbon tariffs Scand. J. Econ., 120(01), 183-210.
- Boyce, J. K. (2018). Carbon pricing: effectiveness and Equity *Ecol. Econ.* 150, 52–61.
- Babatunde, S.O., & Perera, S. (2017). Barriers to bond financing for public-private partnership infrastructure projects in emerging markets: a case of Nigeria. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 22 (1), 2-19.
- Branger, F., Quirion, P. (2014). Would border carbon adjustments prevent carbon leakage and heavy industry competitiveness losses? Insights from a meta-analysis of recent economic studies. *Ecological Economics*, 99, 29-39.
- Bush, R.E., Bale, C.S., Powell, M., Gouldson, A., Taylor, P.G., Gale, W.F. (2017). The role of intermediaries in low carbon transitions—Empowering innovations to unlock district heating in the UK. *J. Clean. Prod.*, 148, 137-147.
- Callaway, D.S., Fowlie, M., McCormick, G. (2018). Location, location, location: the variable value of renewable energy and demand-side efficiency resources. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 5 (1), 39-75.
- Chapungu, L., Nhamo, G., Chikodzi, D., Maela, M.A. (2022). BRICS and the race to net-zero emissions by 2050: is COVID-19 a barrier or an op-

- portunity? *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8 (4), 172.
- Chen, Z., Marin, G., Popp, D., Vona, F. (2020a). Green stimulus in a post-pandemic recovery: The role of skills for a resilient recovery. *Environmental and Resource Economics*, 76(4), 901-911.
- Chen, D., Ignatius, J., Sun, D., Goh, M., & Zhan, S. (2020b). Pricing and equity in cross-regional green supply chains. *European Journal of Operational Research*, 280(3), 970-987
- Dai, F., Yang, J., Guo, H., Sun, H., (2021). Tracing CO2 emissions in China-US trade: A global value chain perspective. *Science of The Total Environment*, 775, 145701.
- De Perthuis, C., & Trotignon, R. (2014). Governance of CO2 markets: Lessons from the EU ETS. *Energy Policy*, 75, 100–6.
- De Sousa Jabbour, A.B.L., Chiappetta Jabbour, C.J., Sarkis, J., Gunasekaran, A., Furlan Matos Alves, M.W., Ribeiro, D.A. (2019). Decarbonisation of operations management—looking back, moving forward: a review and implications for the production research community. *Int. J. Prod. Res.*, 57 (15–16), 4743-4765.
- Dissanayake, S., Mahadevan, R., Asafu-Adjaye, J. (2020). Evaluating the efficiency of carbon emissions policies in a large emitting developing country. *Energy Pol.*, 136, 111080.
- Dorband, I.I., Jakob, M., Kalkuhl, M., Steckel, J.C. (2019). Poverty and distributional effects of carbon pricing in low-and middle-income countries—A global comparative analysis. *World Development*, 115, 246-257.
- Drake DF., (2018). Carbon tariffs: Effects in settings with technology choice and foreign production cost advantage. *M&SOM-Manuf Serv OP*, 20(4), 667-686.
- Eckersley, R., (2010). The Politics of Carbon Leakage and the Fairness of Border Measures. *Ethics and international affairs*, 24(94), 367-393

- Fragkos, P., & Fragkiadakis, K. (2022). Analyzing the macro-economic and employment implications of ambitious mitigation pathways and carbon pricing. *Frontiers in Climate*, 4, 785136.
- Fontagné, L., & Schubert, K. (2023). The Economics of Border Carbon Adjustment: Rationale and Impacts of Compensating for Carbon at the Border. *Annual Review of Economics*, 15.
- Geroe, S. (2022). Technology not taxes': a viable Australian path to net zero emissions? *Energy Pol.*, 165, No 112945.
- Gollier C., & Tirole J. (2015). Negotiating effective institutions against climate change *Econ. Energy Environ. Policy*, 4(2), 5-28.
- Hintermayer, M. (2020). A carbon price floor in the reformed EU ETS: design matters! *Energy Policy*, 147, 111905.
- Hou, Y., Jia, M., Tian, X., Wei, F., Wei, K. (2015). Optimal decisions of countries with carbon tax and carbon tariff. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 8(3), 981-1001.
- Huang, X., Tan, T., Toktay, L.B. (2021). Carbon leakage: The impact of asymmetric regulation on carbon-emitting production. *Prod Oper Manag*, 30(6), 1886-1903.
- IEA World Energy Outlook (2019). *International Energy Agency*. Paris.
- IEA (2019). *Energy Technology Perspectives*. Paris: OECD/IEA Publishing.
- IMF World Economic Outlook (2020). *A Long and Difficult Ascent*. International Monetary Fund.
- Kamal, M. A., Shad, S., Khan, S., Ullah, A., & Khan, K. (2022). Pakistan's trade performance and potential with ASEAN region: Recent trends and future opportunities. *Journal of Public Affairs*, 22(1), e2325.
- Kim, J., Seung, H., Lee, J., Ahn, J. (2020). Asymmetric preference and loss aversion for electric vehicles: the reference-dependent choice model capturing different preference directions. *Energy Econ.*, 104666.

- Kuik, O., & Hofkes, M. (2010). Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage. *Energy Policy*, 38(4), 1741-1748.
- Li, Z., Meng, N., & Yao, X. (2017). Sustainability performance for China's transportation industry under the environmental regulation. *Journal of Cleaner Production*, 142, 688-696.
- Lin, B. & Li, A. (2011). Impacts of carbon motivated border tax adjustments on competitiveness across regions in China. *Energy*, 36, 5111-5118.
- Liu, J., Zhou, Y., Yang, H., Wu, H. (2022). Net-zero energy management and optimization of commercial building sectors with hybrid renewable energy systems integrated with energy storage of pumped hydro and hydrogen taxis. *Appl. Energy*, 321, 119312.
- Liu, T., Wang, Y., Song, Q., & Qi, Y. (2018). Low-carbon governance in China—Case study of low carbon industry park pilot. *Journal of cleaner production*, 174, 837-846.
- Magacho, G., Espagne, E., Godin, A., Mantes, A., Yilmaz, D. (2023). Macroeconomic exposure of developing economies to low-carbon transition. *World Development*, 167.
- Mathiesen, L., & Maestad, O. (2004). Climate policy and the steel industry: achieving global emissions reductions by an incomplete climate agreement. *Energy J.*, 25, 91-114.
- Métivier, C., Bultheel, C., Postic, S. (2018). *Global carbon account 2018*. Technical report. Institute for Climate Economics, I4CE, Paris.
- Moz-Christofoletti, M.A., Pereda, P.C. (2021). Winners and losers: The distributional impacts of a carbon tax in Brazil. *Ecological Economics*, 106945.
- Nagurney, A., Besik, D., Nagurney, L.S. (2019). Global supply chain networks and tariff rate quotas: equilibrium analysis with application to agricultural products. *J Global Optim*, 75(2), 439-460.

- Nordhaus, W.D. (2011). The architecture of climate economics: Designing a global agreement on global warming. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 67(1), 9-18.
- Ohene, E., Chan, A.P., Darko, A. (2022). Prioritizing Barriers and Developing Mitigation Strategies toward Net-Zero Carbon Building Sector. *Building and Environment*, 109437.
- Parry I., Black S., Roaf J. (2021). *Proposal for an international carbon price floor among large emitters*. International Monetary Fund.
- Peszko, G., Van der Mensbrugge, D., Golub, A., Ward, J., Zenghelis, D., Marijs, C. (2020). Diversification and Cooperation in a Decarbonizing World: Climate Strategies for Fossil Fuel-Dependent Countries. *The World Bank*, Washington, D.C.
- Polzin, F., Sanders, M., Steffen, B., Egli, F., Schmidt, T. S., Karkatsoulis, P. (2021). The effect of differentiating costs of capital by country and technology on the European energy transition. *Clim. Change* 167, 1–21.
- Polzin, F. (2017). Mobilizing private finance for low-carbon innovation—A systematic review of barriers and solutions *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 77, 525-535.
- Ramadhani, D.P., & Koo, Y. (2022). Comparative analysis of carbon border tax adjustment and domestic carbon tax under general equilibrium model: Focusing on the Indonesian economy. *J. Clean Prod.*, 377, 134288.
- Rosemberg, A. (2010). Building a just transition: The linkages between climate change and employment. *International Journal of Labour Research*, 2(2), 125-162.
- Saddique, T., Saleem, R., Ullah, A., Amjad, M. (2022). The Moderating Role of Per Capita Income in Energy Consumption-Poverty Nexus: Empirical Evidence from Pakistan. *J. Asian Afr. Stud.*, 00219096221106091.
- Saget, C., Schilb, A. V., and Luu, T. (2020). *Jobs in a Net Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank and International Labour Organization: Washington D.C. and Geneva.

- Sakai, M., & Barrett, J. (2016). Border carbon adjustments: addressing emissions embodied in trade. *Energy Policy*, 92, 102-110.
- Schleich, J. (2009). Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and services sector. *Ecological Economics*, 68(7), 2150-2159.
- Semieniuk, G., Campiglio, E., Mercure, J.-F., Edwards, U.V.N.R. (2021). Low-carbon transition risks for finance. *WIREs Climate Change*, 12, 678.
- Shah, W.U.H., Hao, G., Yan, H., Yasmeen, R., Padda, I.U.H., Ullah, A. (2022). The impact of trade, financial development, and government integrity on energy efficiency: An analysis from G7-Countries. *Energy*, 255, 124507.
- Shen, L., Wu, Y., Lou, Y., Zeng, D., Shuai, C., & Song, X. (2018). What drives the carbon emission in the Chinese cities?—A case of pilot low carbon city of Beijing. *Journal of Cleaner Production*, 174, 343-354.
- Singh, J., Pandey, K.K., Kumar, A., Naz, F., Luthra, S. (2022). Drivers, barriers and practices of net zero economy: an exploratory knowledge based supply chain multi-stakeholder perspective framework. *Operations Management Research*, 1-32.
- Vagnoni, E., & Moradi, A. (2018). Local government's contribution to low carbon mobility transitions. *J. Clean. Prod.*, 176, 486-502.
- Van Doren, D., Driessen, P.P., Runhaar, H., Giezen, M. (2018). Scaling-up low-carbon urban initiatives: towards a better understanding. *Urban Stud.*, 55(1), 175-194.
- Victor-Gallardo, L., Roccard, J., Campos, P., Malley, C.S., Lefevre, E.N., Quirós-Tortós, J. (2022). Identifying cross-sectoral policy synergies for decarbonization: towards short-lived climate pollutant mitigation action in Costa Rica. *J. Clean. Prod.*, 134781.
- Vimal, K. E. K., Kumar, A., Sunil, S. M., Suresh, G., Sanjeev, N., & Kandasamy, J. (2022). Analysing the challenges in building resilient net zero carbon supply chains using Influential Network Relationship Mapping. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134635.

- Wang, X. (2015). The impact of US carbon tariff on China's economy and its countermeasures. *Research on Tax Economics*, 20(1), 72-76.
- World Bank (2018). *State and Trends of Carbon Pricing*. World Bank.
- Xu, Q. & Hobbs, B.F. (2021). Economic efficiency of alternative border carbon adjustment schemes: A case study of California carbon pricing and the western north american power market. *Energ Policy*, 156, 112463.
- Yasmeen, R., Hao, G., Ullah, A., Shah, W.U.H., Long, Y. (2022). The impact of COVID-19 on the US renewable and non-renewable energy consumption: A sectoral analysis based on quantile-on-quantile regression approach. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 29, 90419–90434.
- Yu, B., Zhao, Q., Wei, Y. (2021) Review of carbon leakage under regionally differentiated climate policies. *Science of The Total Environment*, 782.
- Zhu, N., Qian, L., Jiang, D., Mbroh, N. (2020). A simulation study of China's imposing carbon tax against American carbon tariffs. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118467.
- Zopounidis, C., Doumpos, M., Galariotis, A., Eskantar, M. (2023). *Sustainable finance, Climate Change and ESG criteria*. Kleidartimos Press. Athens.

EL NUEVO CONSUMO GLOBAL, EL CALENTAMIENTO DEL PLANETA Y LA NUEVA ECONOMÍA

Dr. José Daniel Barquero
*Académico de Número de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

1. Introducción

1.1. Presentación del tema y su relevancia

Si tuviese que dar la voz de las ciencias económicas ante los límites de la vida en el planeta se la daría a tres personajes y a una institución: al economista jefe del Banco mundial Nicolás Stern y a los dos Premios Nobel de economía William D. Nordhaus y Paul Romer.

En cuanto a la institución, es importante tener en cuenta las advertencias serias y contrastadas de los informes del Banco Mundial que se resumirían en esta frase: “los impactos del cambio climático podrían empujar a la pobreza a cien millones de personas, más para el 2030.” Eso significa una migración descontrolada que escapa de sus países sin futuro en busca de oportunidades de trabajo de salud y de esperanza, de una vida mejor, pero por contra un caos en la economía global unido a una nueva reconfiguración mundial y un gran mestizaje de razas y culturas, así como los consecuentes choques de culturas y de civilizaciones.

No dudemos ni por un momento que lo que ocurre hoy en día en un país que busca una economía sostenible, puede afectar al resto del mundo y debemos significar que principalmente son los hábitos de consumo de la población lo que en parte configura el nuevo planeta, si, un nuevo planeta que cambia el paisaje incluso de su naturaleza es decir bosques, selvas, ríos, lagos y un largo etc., a pasos agigantados.

El hecho cada vez más habitual de estos cambios en los hábitos de la alimentación humana y animal, ya que hasta los forrajes de los animales cuentan a la hora de contaminar y que cada vez son más, no deja de ser preocupante y a pesar de lo que la opinión pública lo desconozca se reconfiguran países enteros. Veamos un ejemplo de los miles que acontecen día a día: unos especialistas en relaciones públicas empresariales persuaden a los estadounidenses de consumir más plátanos por sus propiedades ricas en potasio y magnesio de cara a la salud y los empresarios mayoristas de la fruta ven que el ciudadano americano los puede consumir todo el año ¿Porque no vendérselo si además es un buen negocio? Analicemos las consecuencias, según la organización *One Green Planet* cuando sus estadísticas dicen que el norteamericano consume una media de 100 plátanos al año. En consecuencia, como empresarios hemos de comprar plátanos e importarlos de distintos países del planeta sea o no temporada y ofrecerlos a los consumidores norteamericanos pues el negocio del consumo no puede parar. La conclusión estremecedora es que como media un plátano que nos ponemos en la boca para comérselo en EE.UU, viaja 8.217 Kilómetros con la correspondiente contaminación en CO2 y lo mismo ocurre con miles de alimentos como el café, el aguacate, la leche de almendras, el arroz, el azúcar, la soja, la carne de vacuno y eso sí, como no puede ser de otra forma, todo son alimentos sanos pero que destrozan el planeta. Es decir, podemos pagarlo, pero no puede pagarlo el planeta. La globalización abraza alimentos de países lejanos y abandona a los alimentos autóctonos de temporada con los consecuentes desastres ecológicos pues cada producto de moda configura el planeta de nuevo. Solo el consumo de soja en España desforesta 40.000 hectáreas de selva.

El trabajo de Nicholas Stern, quien fuera el economista jefe del Banco Mundial, revela que el fallo más grave del mundo y de sus líderes era y es el no haber previsto, así como no evitarlo y continuar contaminando. Siendo conocedores además que científicamente y a través de las emisiones constantes del efecto invernadero, estamos provocando el fin del planeta.

Situación a la que se tiene que poner freno o lo pondrán las propias inclemencias del tiempo creando un nuevo clima de desolación con aumento de lluvias torrenciales, graves sequías, huracanes, incendios, granizadas desproporcionadas, nevadas, maremotos, tsunamis, volcanes o lo que podríamos denominar la revolución del propio planeta por salvarse y advertirnos de lo que se avecina.

El modelo económico de los premios Nobel de economía William D. Nordhaus y Paul Romer fue otorgado muy justamente por ser quienes por primera vez integraron el calentamiento del planeta a escala global, con la interacción entre el desarrollo económico y el calentamiento, aportando soluciones como la que queremos resaltar de la recomendación de poner obligatoriamente un precio disuasorio al carbono para incentivar rápidamente la adaptabilidad de las empresas al cambio. El capital siempre busca seguridad y esta se adaptaría al cambio, pues o te adaptas o desapareces.

El inexorable impacto económico que se está produciendo en el planeta por causa del calentamiento global debido a la contaminación producida por el consumo y el tipo de consumo e incluso por un consumo en ocasiones innecesario del ser humano y de las empresas productoras de los mismos es muy significativo y poliédrico.

Siendo una realidad que cada vez más la opinión pública acepta y ni se cuestiona sobre el calentamiento. En España como prueba de eso tan solo el 2% de la población según una encuesta realizada por la revista Global Environmental Change, niegan. Ese calentamiento.

Siendo es justo reconocer, que los fuertes lobbies imperantes en España y Europa son quienes se encargan de frenar y muy eficazmente que grandes multinacionales contaminantes dejen de hacerlo y continúen contaminando. Las estrategias para conseguir sigan contaminando son muchas y variadas a la vez que ampliamente estudiadas y en consecuencia buenas, amenazando con

pérdidas ingentes de trabajo, despoblación de ciudades y otras muchas realidades que deberán encontrar respuesta rápida y a tiempo pero que mientras a los políticos les cuesta tomar decisiones y mientras tanto se sigue contaminando y contaminando con cifras peligrosas.

Existen muchas paradojas contradictorias como por ejemplo no dejar circular por el centro de las ciudades a los coches contaminantes y por contra permiten importar esos mismos líderes alimentos que destrazan la vida en otros países y en el nuestro.

Sin ir más lejos el hecho de introducir imprudentemente especies de animales que son de distintas partes del planeta como mascotas, sin estudiar sus graves consecuencias cuando escapan o son puestas en libertad en nuestro país desconfiguran nuestro bosque. Además, si hablamos de granjas de animales importados como los visones y que luego son puestos en libertad por grupos que dicen llamarse ecologistas, los daños al ecosistema en esas zonas es devastador. Paradojas de una economía global no sostenible y que cada día que pasa se reconfigura y pasa factura.

Durante los pasados meses de junio, julio y agosto de 2023 el calor azotó el planeta despiadadamente por culpa de la intervención humana en cuanto a contaminación se refiere y como consecuencia del mismo los meses más calurosos registrados en España y en el mundo fueron esos. Mientras escribimos este trabajo en pleno mes de octubre las temperaturas alcanzan los 30 grados mientras la población se baña inusualmente en nuestras playas y nuestros agricultores retrasan sus actividades agrícolas de labranza y siembra con semillas tardías marcando inexorablemente un antes y un después.

En consecuencia el factor del calentamiento afecta y afectará más aún si cabe a nuestra economía y nos obliga ya incluso a cambiar nuestros hábitos progresivamente debiendo adaptarnos a ese cambio climático y debemos ser los primeros interesados en que eso no ocurra ya que de lo contrario entraremos en una fase de autodestrucción climática afectando gravemente a nuestros

campos y agricultura que ya sufre en distintos tipos de plantaciones como lo sufren ya nuestros mares con los plásticos y micro plásticos.

Tal es así que ese cambio climático tiene consecuencias que ya se perciben y afectan a nuestros propios suelos agrícolas secándose estos muy rápidamente en España y vaciando nuestros pantanos, estando la mayoría de nuestros recursos hidrográficos muy por debajo de lo deseado. En Catalunya la media a día de hoy es del 19%.

Como consecuencia hemos alcanzado cifras en cuanto a porcentaje se refiere vergonzosas pues tener una reserva hídrica al 37% de media en España, es una crónica de lo que se avecina. En consecuencia, si a todo lo expuesto le sumamos el exceso de pesticidas que nuestros agricultores utilizan con permiso de la normativa de la Unión Europea a pesar de su peligro y cambiamos cultivos autóctonos por otros que antes no existían estamos cambiando nuestra naturaleza por otra. Estos nuevos cultivos requieren de más agua como el aguacate, el mango y otros y en consecuencia estamos secando aún más si cabe nuestros pantanos, nuestros subsuelos y nuestros ríos que bajan por cierto con menos caudal y que en consecuencia están destrozando nuestros subsuelos con la consecuente pérdida de flora y fauna que ya de por sí estaba muy afectada por culpa de especies invasoras también introducidas por el propio hombre y que se adaptan al buen clima y entorno existente propicio para ellas.

El problema radica en que concienciar y persuadir a la opinión pública generando credibilidad y confianza en torno a poder parar la contaminación desbocada producida por el hombre, es muy difícil pues implica sacrificio. El hecho de no contaminar parece ser una tarea difícil, muy difícil, al igual que lo es convencer del consumo responsable y del reciclaje a una gran población que tiene otros intereses como el de subsistir, mes a mes, dada la inflación actual y los tipos de interés que superan el 4%.

Debemos concienciarnos en reciclar, aunque este reciclaje al menos tan solo fuera de los plásticos ya se evitaría mucho. Sin ir más lejos según

la WWF, España vierte aún a pesar de las campañas de concienciación 126 toneladas de plásticos al día en el Mediterráneo o lo que es lo mismo 46.000 toneladas anuales, todo un desastre ecológico.

La única solución de paliar ese exceso de consumo desbocado en España, unido a una contaminación producida por ese consumo, se centra en las tres “R” Reparar, Reconstruir, Reciclar. Siendo el agua dulce un recurso natural en verdadero peligro de desaparición por lo que se ha de frenar el efecto invernadero con carácter de urgencia pues se están derritiendo los hielos del ártico y sus ingentes reservas de agua dulce.

Por tanto, es muy importante significar en este trabajo para la RACEF que durante esta última década de 2.010 a 2.020 en nuestro planeta según Copernicus y la Organización Meteorológica Mundial desde que se disponen de datos rigurosos y científicamente demostrables se manifiestan fenómenos climáticos devastadores con riesgos graves de huracanes, lluvias y nevadas intensas en muy cortos periodos de tiempo.

Estos cambios climáticos se traducen en unos resultados catastróficos en cuanto a inundaciones, pero a su vez también en grandes pérdidas en vidas para las ciudades que los sufren y en consecuencia también para su economía pues les rompen los presupuestos y las expectativas empresariales y económicas, unido a los daños irreparables en sus ciudades.

1.2 Afectaciones del calentamiento global en la nueva economía

Aquí presentamos desde la tribuna que hoy nos ofrece la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras algunas de las principales formas en que estas cuestiones del calentamiento global y que acabamos de exponer en la introducción de este trabajo previo afectan y afectarán a las empresas y en consecuencia a la economía de nuestro país y de otros.

1.2.1 *Los costes operativos aumentan en la industria y empresas*

Las empresas y la industria en general se enfrentan a mayores costes económicos jamás previstos, debido a los acontecimientos climáticos extremos, como huracanes, cambios bruscos de temperaturas, volcanes, movimientos tectónicos, inundaciones o sequías.

Estos sucesos pueden interrumpir la cadena de suministro, dañar la infraestructura y aumentar los costes de la energía y los combustibles siendo una cadena que afecta a toda la sociedad donde se llevan a cabo nuestras actividades y que finalmente repercute en la economía familiar generando crisis económicas y de inviabilidad de la sociedad en general y empresas, negocios y productos.

1.2.2. *Las regulaciones necesarias deben ser más estrictas*

Los gobiernos y organismos reguladores siendo conscientes de los peligros de la contaminación, están imponiendo leyes más estrictas relacionadas con las emisiones de gases de efecto invernadero y la gestión de desechos que producen la actual contaminación.

Las empresas deben cumplir en consecuencia con estas normativas, lo que a menudo implica inversiones económicas muy significativas en tecnologías más limpias y prácticas productivas más sostenibles.

Es importante resaltar que a su vez en algunas ocasiones puede ocurrir una falta de adaptación pues si se acometen estos cambios en la empresa y la normativa y regulación obliga a implementar, rápidamente puede dejar de ser rentable, ya que no pueden tener tiempo de amortizar esas nuevas inversiones, que en según qué sector cada año se añaden nuevas regulaciones.

1.2.3. *Los riesgos financieros, económicos y empresariales aumentan*

Las empresas que no consideran los riesgos climáticos y ambientales en sus operaciones y estrategias pueden enfrentarse en un futuro muy próximo incierto.

Tal como avanza el mundo, el cambio climático los riesgos financieros son graves y en ocasiones de difícil reconversión empresarial conducentes incluso al cierre de empresas, una realidad que no se puede obviar.

En consecuencia, la degradación del medio ambiente puede llevar no solo a cambios empresariales que requieran de un nuevo equipo de expertos para adaptarse a los cambios si no a pérdidas de activos y devaluación de la marca progresivamente pues la opinión pública penaliza a las empresas contaminantes, como ya lo está haciendo pero que en unos años esta penalización puede convertirse incluso en agresividad hacia las empresas que no se adaptan.

1.2.4. *Reputación y demanda del consumidor*

Los consumidores cada vez son más conscientes y conocen de las cuestiones ambientales y en consecuencia buscan productos y servicios sostenibles en todos los aspectos incluso de su propia vida informándose incluso en las redes. Las empresas contaminantes conocidas por la sociedad donde se desarrollan sus actividades y que no adoptan prácticas sostenibles ya están sufriendo los daños en su reputación y pierden cuota de mercado. Como muestra el aumento de ventas de coches eléctricos en España; ya circulan 1.046 vehículos en total y en el mundo se venden 10 millones al año, lo que hace que se deba potenciar e incluso hacer obligatorio el reciclaje como medida de paliar el consumo excesivo de los recursos naturales.

1.2.5. *Innovación y oportunidades de mercado*

La lucha contra el cambio climático y la contaminación también presenta oportunidades para las empresas. La innovación en tecnologías limpias y la

oferta de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente pueden abrir nuevos mercados y aumentar la rentabilidad a la hora de producir.

En consecuencia, las empresas que utilicen opciones alternativas limpias y libres de emisiones utilizando energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biogás, biomasa y energía marítima tienen mucho ganado.

1.2.6. *Cadena de suministro vulnerable*

El cambio climático puede afectar la disponibilidad y la calidad de los recursos utilizados en la cadena de suministro de una empresa, lo que puede resultar en interrupciones y costos adicionales graves y difíciles de superar. Siendo el principal problema el exceso descontrolado de los recursos naturales, es más según la revista National Geographic, cada año se consumen los recursos naturales de dos planetas tierra con lo que eso representa para nuestra nueva economía presente y futura pues no damos tiempo a generarse lo que se consume en la tierra.

1.2.7. *Recursos naturales limitados*

La escasez de recursos naturales, como agua y materias primas, puede afectar la producción y la disponibilidad de productos, lo que a su vez puede influir en los costos y la rentabilidad de las empresas principalmente en las explotaciones agrícolas y ganaderas. De ahí que la WWF solicita incorporar la huella ecológica entre los indicadores económicos y empresariales como el PIB para conocer y comparar el verdadero cuidado del medio ambiente con el crecimiento económico y sostenible.

El calentamiento global y la contaminación tienen un impacto significativo en las empresas y la economía de un país y sus gentes y que va más allá de las preocupaciones ambientales y la destrucción del planeta esto puede acarrear una reconfiguración mundial con flujos migratorios nunca vistos y unidos a las hambrunas.

Las empresas que adoptan enfoques sostenibles y consideran estos factores en su estrategia empresarial pueden estar mejor preparadas para enfrentar estos desafíos y aprovechar las oportunidades emergentes ante regulaciones cada vez más exigentes.

El consumo excesivo de alimentos, petróleo, agua, tierra y minerales provoca además inclemencias meteorológicas extremas y como consecuencia de eso desertizaciones, falta de lluvias, malas cosechas, hambrunas, extinción de especies desplazamientos migratorios, desaparición de ecosistemas enteros y otros muchos.

El consumo excesivo de un producto de alimentación como la soja en España puede desertizar zonas y destruir selvas por campos de cultivo.

1.3. Objetivos

Concienciar a la opinión pública transmitiendo credibilidad y confianza sobre los peligros de la destrucción de la vida en el planeta y la repercusión de los costes económicos asociados a la vida de las personas es crucial para impulsar el cambio un gran esfuerzo que de no producirse avanzamos a una autodestrucción del planeta provocada por el ser humano sin precedentes.

Con la esperanza puesta en que la inteligencia del ser humano antes de autodestruirse su propia inteligencia le pondrá freno y si esa inteligencia humana falla esperemos que sea la inteligencia artificial quien le avise, más si cabe a la humana para que ésta tome medidas o bien directamente lo lleve a cabo la artificial.

Estos objetivos los hemos condensado en ocho puntos:

1. Nuestro planeta no es nuestro, pero si ese es nuestro hogar y nosotros en consecuencia somos los responsables de custodiarlo para futuras generaciones.

Ese cambio además no solo afecta a países del tercer mundo si no a los del primer mundo, eso dentro de la desgracia permitirá que esos mismos países que son los que más contaminan sepan que en base a lo que contaminen recogerán.

Sin ir más lejos el 29 de septiembre de 2023 en la ciudad de New York se vieron sorprendidos por una tormenta que no cesaba e hizo que se convirtieran sus calles en auténticos ríos de gran caudal y en consecuencia inundando el subsuelo sus alcantarillados sus distintas líneas del metro y anegando sus comercios que en algunos sitios superó el metro de agua y todo debido al cambio climático.

2. Cada acción individual que seamos capaces de realizar resta y mucho de contaminar el planeta. Solo la pedagogía evitará esa autodestrucción.

Desde reducir los residuos a la hora de la compra, hasta elegir opciones sostenibles, nuestras elecciones diarias sin duda, pueden marcar la diferencia en la preservación de la vida en el planeta Tierra.

Los métodos más utilizados por personas con conciencia social son el no consumir productos que no sean reciclables, biodegradables o simplemente que contaminen en su elaboración, es ahí donde nace una nueva oportunidad para las empresas no contaminantes. Fomentar creando conciencia ecológica a través de la educación y la transmisión de conocimientos en nuestros espacios de trabajo con acciones que sean ecológicas, como, por ejemplo: la utilización de tabletas y que no requieran impresión en papel. Así como disponer de papeleras preparadas para el reciclaje. En nuestras viviendas no dejar enchufes por sistema conectados a la red si estos no se utilizan. Realizar compras responsablemente. No tirar productos altamente contaminantes como aceites, pilas, medicamentos, purpurinas, pinturas, vasos de plástico, ropa y otros objetos del mismo material.

3. El costo de la degradación ambiental no se mide sólo en términos económicos, también en la pérdida de vidas y biodiversidad. Los principales causantes de hacer perder la biodiversidad en España son la suma de diferentes factores y siempre por culpa del ser humano.

3.1 Animales depredadores de la naturaleza potenciados por el ser humano

La depredación de animales autóctonos por culpa de perros y gatos es una realidad en nuestros bosques los cuales han aumentado considerablemente ya que los perros han alcanzado la cifra de 9,3 millones y los gatos un total de 6 millones.

La suelta y puesta en libertad por según que grupos de activistas de granjas enteras de visones y otros animales que han destrozado nuestros ecosistemas reproduciéndose en libertad y acabando con nuestra fauna.

El comercio de especies importadas como animales de compañía de todo tipo que han sido liberados ya existen, catalogadas y reproduciéndose unas 112 especies, que van desde mamíferos a reptiles anfibios y un largo etc.

Animales que ya viven alimentándose y expulsando a nuestros propios animales autóctonos y perjudicándolos gravemente como ejemplo el cangrejo rojo, mapache, visón americano, rana toro, cotorra argentina de pecho gris, cotorra de kramer, mosquito tigre, mejillón cebra, caracol manzana, tortugas de florida de oreja roja, lucio, avispón asiático, y otras de su familia, otros.

En base a lo expuesto esto hace que el 35 % de especies de animales vertebrados estén en peligro de extinción, el 58% de los peces, el 25% de anfibios, el 38% de reptiles el 16% de aves el 27% de moluscos el 22% de insectos y cerca de 1800 plantas, todo un atentado contra la naturaleza y su ecosistema que no por no verlo no deja de estar ahí.

3.2 Turismo

El turismo *low cost* descontrolado fomenta la contaminación versus los ingresos y son superiores los gastos de consumir recursos naturales como el agua, la electricidad y otros que los propios beneficios que se puedan generar para las ciudades que los acogen.

Permitan un ejemplo de los muchos del planeta en España en la Comunidad autónoma de Palma de Mallorca la sobresaturación de coches es un gran negocio en la actualidad existen 1,5 millones de coches matriculados; En la temporada de verano desembarcan entre los de los turistas y los de alquiler 120.000 coches más, aumentando la contaminación y lo mismo ocurre con la flota de barcos, aviones y el desgaste de la isla en cuanto a consumo eléctrico, agua, aire acondicionado contaminación de sus aguas con cremas corporales y residuos de turistas incívicos en lo que a la isla se refiere.

Pero el turismo de cierto nivel también contamina sin ir más lejos a los grandes barcos y cruceros se les autoriza a poder contaminar mucho más que a los propios coches como muestra lo hacen 3.600 veces más y no solo de CO₂, sino que además emiten graves y grandes cantidades de ceniza, metales pesados, óxidos de azufre, óxido de nitrógeno y un largo etc. Un crucero contamina más que cuatro millones de coches y un carguero emite la contaminación de 50 millones de coches. Siendo los quince cargueros mercantes más grandes del mundo los que contaminan igual que 760 millones de coches.

Ayuntamientos ecologistas como el recién desaparecido de la alcaldía de Barcelona de Ada Colau, permitió siendo un partido anticontaminación, que todos los barcos que atracaron en Barcelona durante un año contaminaran el aire con tres veces más de óxidos de azufre que todos los automóviles de la ciudad de Barcelona. Es decir, cada crucero emite en Europa tanta contaminación como casi cinco millones de coches.

El Avión no se queda atrás pues es el medio de transporte que más contaminación y que más emisiones contaminantes genera para el efecto invernadero.

3.3 Pesca, caza, tráfico de animales

El hecho cada vez más frecuente de la sobreexplotación pesquera con buques cada vez más sofisticados dotados de radares y redes kilométricas que permiten saber dónde se encuentra la pesca y de las que no escapan los peces unido al furtivismo en la mar y nuestros ríos hace que el planeta y los ecosistemas tarden en recuperarse.

La caza con introducción de especies cinegéticas que antes no existían tanto de tierra como de agua y la caza furtiva hacen dibujar nuevos bosques, que no sabemos cómo se renovarán.

El tráfico de especies prohibidas por tratado cites que se sueltan en nuestra naturaleza acaba despiadadamente con nuestras especies más débiles. Pero también desaparecen especies capturadas sin piedad en según qué países desdibujando sus selvas pues es un negocio lucrativo la captura y venta de las mismas a las redes importadoras y exportadoras de animales.

3.4 Contaminación

La contaminación en general, pero la del aire en particular está causando ya en España el grave riesgo de cantidades ingentes de enfermedades respiratorias, también cardíacas y los temidos cánceres de pulmón. Unido a la destrucción del medio ambiente.

En España aún no es aun suficientemente conocido por la opinión pública la cantidad grave de personas que están falleciendo por culpa de liberar el propio ser humano las partículas contaminantes como la PM 2,5 a través de la cual fallecen 23.000 personas al año y por liberar la NO 2 la cantidad de 6.250 y por ozono 1.820.

3.5 Deforestación

Según la WWF nuestro país España es la culpable a través del método indirecto es decir consumo excesivo de soja, aceite de palma y carne vacuna de no solo la contaminación atroz producida con su transporte si no de la deforestación de 40.000 hectáreas al año, siendo un desastre ecológico. ¿Cómo podemos poner en las cajetillas de tabaco que da cáncer? Y por contra no poner en las cajetillas o tetrabrick de soja que su consumo desforesta 40.000 hectáreas al año.

Si miramos a la Unión Europea es la culpable del 16% de la deforestación mundial o lo que es lo mismo de la destrucción de la selva para convertirse en plantaciones agrícolas a su vez abonadas con pesticidas que hacen tierras ácidas y no productivas.

La deforestación producida por el comercio internacional en porcentajes es un 24% China, un 16% Europa, 9% la India, 7% EEUU y un 5% Japón.

3.6 Cambio climático

En los últimos 30 años en España el cambio climático y su correspondiente aumento de temperatura ha supuesto un escenario aterrador para nuestra economía con mas de 30.000 millones de euros así como la destrucción de fauna y flora, debiendo las empresas adaptarse rápidamente y en base a los sectores y sus distintas regulaciones.

3.7 Contaminación de los ecosistemas

El exceso de pesticidas ha ido en detrimento de la destrucción masiva de todo nuestro ecosistema y de su estabilidad climática cambiando nuestras estaciones unido a la seguridad alimentaria y de la desaparición del agua desertizando aún más los humedales, ríos, lagos, etc

2. Contexto global

2.1. Estadísticas y datos sobre la degradación ambiental.

La grave degradación ambiental en el mundo es una preocupación crítica que debemos abordar con urgencia al analizar las estadísticas. Aquí se presentan algunos de los principales problemas con cifras y porcentajes asociados a esta degradación que se desprende de este estudio:

2.2. Cambio Climático

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero está causando un calentamiento global significativo. Esto conduce a situaciones climáticas extremas, aumento del nivel del mar mientras baja el nivel de los pantanos, lagos, ríos, riachuelos, embalses y en consecuencia perturbaciones en los ecosistemas pues si bajan los caudales de los ríos el agua del mar sube y saliniza esas tierras al tiempo que se riega menos.

2.3 Pérdida de Biodiversidad

La pérdida de hábitats naturales, la caza furtiva, la introducción de especies y la contaminación de todo tipo están llevando a la extinción de muchas especies.

Siendo la biodiversidad esencial para la estabilidad de los ecosistemas y la seguridad alimentaria de ahí que se deba proteger más si cabe.

2.4. La contaminación del agua y del aire

La inexorable contaminación del agua y del aire afecta la salud humana y la vida terrestre y acuática. Siendo la falta de acceso a agua potable un problema importante en muchos países del planeta.

2.5 La deforestación es una realidad imparabile

La tala indiscriminada de bosques y selvas a gran escala reduce la capacidad de la propia tierra para absorber CO₂ y contribuye a la pérdida de la biodiversidad. También afecta a las comunidades que dependen de los bosques si desaparece una selva en el Amazonas desaparece en España. Si se quema un bosque en Chile se quema en España, el planeta no entiende de fronteras.

2.6 Los Plásticos y los Residuos

Los materiales más contaminantes son el petróleo y sus derivados como los detergentes, fertilizantes, gasolina y el polietileno unido a los desechos domésticos como las pilas, restos orgánicos, ropa, muebles, electrodomésticos, latas, botellas, papel, cartón etc.

La acumulación de plásticos en océanos y tierra es un problema grave. Los micro plásticos contaminan ya todos los ecosistemas y la cadena alimentaria en los que está presente.

En España, país que presume de reciclar, se desechan casi un millón de toneladas de ropa que se tiran en nuestras basuras y en consecuencia acaban en nuestros vertederos. Sirva de ejemplo el basurero más grande del mundo de ropa que está en el desierto de Atacama donde la ropa tarda en desaparecer 50 años por prenda.

La gran realidad desconocida es que la ropa vieja es de difícil reciclaje y genera montañas de un tamaño real, pero de ropa por lo general en países en vía de desarrollo convirtiendo esos parajes naturales en auténticos basureros sin solución.

Otros objetos que contaminan son las colillas, desde los años ochenta se han recogido de los océanos más de 65 millones de colillas de nuestros mares.

En cuanto a las islas de plásticos no dejan indiferente a nadie el Océano Pacífico alberga la isla más grande del mundo formada por plásticos, la revista *Nature* calcula que dicha isla tiene el tamaño de tres Francios juntas, isla en la que algunas especies de plantas y animales colonizan poco a poco y tímidamente.

2.7 Los Suelos Degradados

Los procesos de degradación son la erosión, la degradación física, la degradación biológica, la degradación química y por último la desertificación de difícil retroceso en el planeta.

El exceso en el abuso del desbroce unido al uso de productos químicos como abonos que son pan para hoy y hambre para mañana, el exceso del pastoreo sin dejar recuperarse las plantas de la tierra, la tala indiscriminada, los plaguicidas, las aguas contaminadas, la agricultura intensiva y la rápida urbanización de nuevos pueblos y ciudades están degradando los suelos fértiles, lo que amenaza la seguridad alimentaria en el planeta.

2.8. El Agotamiento de Recursos Naturales

Algo que no agrada escuchar es que los recursos naturales los estamos agotando notándose esos primeros impactos en el año 2030 a no ser que se tomen medidas rápidas y eficaces en algunos casos serviría no tensar decisiones como la del pastoreo dejar crecer antes de volver a pasar.

La sobreexplotación de recursos como los minerales, el agua y los combustibles fósiles agota recursos finitos como son ya las canteras y minas que cierran por no ser rentable su extracción y acabarse las vetas de mineral.

2.9. El Impacto en las Comunidades Vulnerables

Las comunidades vulnerables son aquellas que están desprotegidas totalmente y no disponen de las herramientas necesarias para poder frenarlas ante las distintas amenazas que las acechan.

El hecho de los constantes ataques a las comunidades vulnerables debe evitarse ya que además de la degradación ambiental a menudo afecta de manera desproporcionada a comunidades marginadas y vulnerables.

2.10. La Escasez de la Energía

La dependencia continua de combustibles fósiles agota los recursos y contribuye al cambio climático acelerado y al aumento de la contaminación del aire.

El hecho de que existan desajustes entre la oferta y la demanda hace también que se provoquen desajustes y crisis energéticas a nivel mundial.

De ahí que la crisis energética mundial se originase en el año 2021 con la gran recuperación económica mundial consecuencia del letargo producido por el COVID 19 y la necesidad de producir para recuperar el tiempo perdido.

2.2- Los límites planetarios y sus implicaciones.

El concepto en relación con los límites de la contaminación en el planeta se basa en una evaluación de las acciones humanas y sus impactos graves en el medio ambiente y la sociedad que aceleran la destrucción del planeta.

Algunas de estas ya las hemos superado como la destrucción de la biosfera, el cambio climático, la contaminación química, el cambio en el uso del suelo, los ciclos del fósforo y el nitrógeno.

Presentamos unas perspectivas generales que consideramos permitan avanzar hacia el bien común:

1. La Sostenibilidad del planeta

El solo hecho de tratar de evitar la contaminación excesiva por parte de la humanidad y sus líderes es un bien, ya que preserva los recursos naturales y permite la sostenibilidad a corto, medio y largo plazo.

Esto garantiza que evitemos la destrucción del planeta y que las generaciones futuras puedan disfrutar de un entorno saludable y recursos suficientes con lo que representa.

2. La Salud Humana y la Ambiental

Limitar la contaminación es muy beneficioso para la salud humana y la biodiversidad ya que evita los riesgos que conlleva para la salud, como enfermedades respiratorias y el temible cáncer, así como protege los ecosistemas y las especies de nuestro planeta evitando que sigan desapareciendo.

3. La Responsabilidad y la Ética

El actuar con el objeto de poder reducir la contaminación es una muestra de gran responsabilidad social hacia otros seres humanos y la propia fauna del planeta en todo su conjunto. El hecho de respetar el entorno natural y minimizar el impacto negativo es considerado ya hoy en día un valor que no deja indiferente a nadie.

Perspectivas a mejorar y que se deben mejorar:

1. El Grave Deterioro Ambiental

La excesiva contaminación en el planeta tierra está provocando daños a los ecosistemas, daños que se consideran socialmente incorrectos debido a su impacto en la biodiversidad y la pérdida de hábitats naturales, así como vidas de seres humanos, plantas y animales.

2. Graves Perjuicios para la Salud

La contaminación del aire, el agua y el suelo y subsuelo perjudica la salud humana y el animal. Así como de la naturaleza en general. Este sufrimiento evitable se considera un atentado contra el planeta y todos los seres vivos que lo habitan.

3. Las graves desigualdades

La contaminación es una lacra que afecta de manera desproporcionada y desigual a todas las comunidades antes solo vulnerables, pero ahora es a todas, lo que se considera un aviso para todos. Las poblaciones marginadas pueden sufrir más los efectos negativos de la contaminación, pero las sociedades económicas estables ya sufren los efectos del cambio climático lo que les lleva a reflexionar sobre el mismo.

Esta Falta de Responsabilidad unido a la falta de acción y reacción del ser humano para limitar la contaminación del planeta se ve como una falta de responsabilidad social hacia las generaciones presentes y futuras y el bienestar de la Tierra en todo su conjunto, algunos ejemplos de recuperación del planeta un planeta agradecido fue cuando el mundo paró por el COVID 19 en el que toda la naturaleza se recuperó rápidamente y cambiar de actitud.

Por último, lo que constituye el bien y el mal en relación con los límites del planeta y la contaminación depende de los valores éticos y morales no solo colectivos sino de cómo seamos capaces de educar al individuo. Sin embargo, existe un consenso creciente a nivel global sobre la necesidad de reducir la contaminación muy urgentemente y sin demagogias con el objeto de proteger el medio ambiente y la propia salud humana, lo que refleja una comprensión compartida de gran responsabilidad de estos conceptos éticos en la sociedad actual donde desarrollamos nuestras actividades.

3. Empresas y medio ambiente. El papel de las empresas en la crisis española medio ambiental de difícil reconversión por obsolescencia de la fabricación.

La situación de una empresa en España versus la contaminación que esta pueda generar y a pesar de que la misma sea un motor de la propia economía es un obligado tema de estudio ya que si no se acometen dichos cambios les

obligarán a realizarlos pues el planeta ya ha dicho basta, unido a una gran conciencia social refrendada por una cada vez más exigente ley.

En consecuencia, a lo expuesto se presentan algunas medidas y consideraciones, así como los consecuentes desafíos importantes para la nueva economía española de adaptabilidad y reconversión al cambio.

1. El Cumplimiento Normativo como motor del cambio

La empresa moderna debe asegurarse de ser una empresa que cumple con todas las regulaciones y normativas vigentes de carácter ambiental y es más adelantarse a la normativa que vendrá conociendo el sector y en consecuencia de las que puedan venir detrás. No hace falta especificar que si estamos contaminando en exceso nos podemos enfrentar a serias sanciones legales y posibles cierres parciales o totales y a pérdidas reputaciones en cuanto a credibilidad y confianza ante la opinión pública en general y de nuestros clientes en particular pues la misma está muy concienciada de estos temas.

Las empresas españolas son conscientes del obligado cumplimiento de las leyes de responsabilidad ambiental, ley de aguas, ley de residuos y suelos contaminados, ley del ruido, ley de envases y residuos, ley de calidad del aire y la consecuente ley de la protección de la atmósfera y por último la ley de emisión de gases de efecto invernadero.

2. La Innovación Tecnológica

La innovación tecnológica avanza en buscar oportunidades para poder adoptar tecnologías más limpias y sostenibles en sus procesos de producción. Esto en consecuencia podrá reducir la significativa huella ambiental.

Algunos adelantos tecnológicos ya se están aplicando para poder reducir el consumo de energía, así como el instalar los sistemas de energía limpia y renovable, también la tecnología es aplicable a una utilización inteligente del agua y mejorar los transportes, también en la mejora de la logística.

3. La Responsabilidad Social Corporativa

El hecho de fomentar la responsabilidad social corporativa (RSC) y la transparencia en las organizaciones en cuanto a la contaminación se refiere es una realidad que beneficia a la empresa y el entorno donde realiza sus actividades. En consecuencia, comunicando las acciones que la empresa está tomando para abordar la contaminación y sus esfuerzos por reducirla.

4. La Inversión en Investigación y Desarrollo

La Investigación y desarrollo de las empresas permite que éstas puedan destinar los recursos necesarios a la investigación y al desarrollo de tecnologías más limpias y eficientes que puedan reemplazar las prácticas contaminantes actuales a tiempo y en el momento oportuno en beneficio de la sociedad.

La investigación y la ciencia permiten generar el conocimiento suficiente para evitar la contaminación, de ahí que el Gobierno de España crease el Ministerio de Transición Ecológica.

5. Transición Gradual de adaptabilidad al cambio

La reconversión completa de una empresa muy a menudo no es factible de una forma inmediata, se requiere de experiencia y poder llevar a cabo esa adaptabilidad a la no contaminación en cuanto a costes y capital humano se refiere.

En muchas ocasiones además se requiere adaptar la plantilla, pero no todos pueden adaptarse no todos pueden pasar a dominar las nuevas tecnologías de prácticamente una nueva industria requiere. Además, un hecho que no es baladí y es que que salgan los números de adaptabilidad a ese cambio pues son muchas las empresas contaminantes que esta reconversión a no contaminar es inviable económicamente.

6. La Diversificación en las líneas de negocio hacia una empresa sostenible

Esta explora y analiza la viabilidad y las distintas opciones, así como la posibilidad de diversificar las operaciones de la empresa hacia áreas más sostenibles en ocasiones no todas las líneas de producto contaminante pueden adaptarse, pero otras muchas líneas pueden ser factibles. Esto podría incluir la producción sostenible a través de maquinarias menos contaminantes en los procesos de fabricación de productos más ecológicos o la expansión hacia industrias verdes.

7. La Colaboración pública con la privada

Trabajar en colaboración con el gobierno, organizaciones ambientales y otras empresas para desarrollar soluciones y programas que aborden la contaminación de manera conjunta se trata pues de hacer coincidir el interés público con el privado de tal manera que todos se beneficien de esa colaboración para que nada pueda fallar.

8. La Educación y Sensibilización

La educación en casa, en las empresas y en la enseñanza que abarca desde la primaria hasta la universitaria, permiten fomentar una cultura de concienciación ambiental entre la sociedad y los empleados de las empresas. Esto puede generar sin duda el apoyo necesario para la transición ecológica hacia prácticas menos contaminantes. Es importante considerar que con el apoyo de la opinión pública y de la sociedad nada puede fracasar.

9. El Apoyo Gubernamental con buenas políticas económicas de soporte

El soporte gubernamental tiene por objeto buscar incentivos gubernamentales, subsidios o programas de apoyo y ayuda para empresas que deseen reducir su huella ambiental pero estos soportes han de ir de la mano de la empresa y no ser utopías inalcanzables en base a los requisitos exigidos por ellos mismos.

10. La Evaluación de los Riesgos

Dicha evaluación pretende realizar un análisis de los riesgos detallado y pormenorizados que considere tanto los riesgos ambientales como los económicos y los financieros. Esto ayudará a tomar decisiones serias y a tiempo sobre la reconversión de las empresas que optan a las mismas.

11. El Diálogo Abierto

El mantener un diálogo abierto y transparente con los stakeholders es prioritario, incluyendo a los empleados, clientes, inversores y proveedores y como no a la comunidad en general donde desarrollamos nuestras actividades, para obtener el apoyo y la comprensión necesaria durante el proceso de reconversión.

El hecho de llevar a cabo la reconversión de una empresa contaminante es un desafío complejo y no exento de dificultades, pero es fundamental para equilibrar los intereses económicos con la sostenibilidad que demanda el planeta.

Como cualquier cambio requerirá de un proceso de adaptabilidad que requerirá de tiempo, inversión y esfuerzo, mucho esfuerzo, pero de vital importancia para garantizar un futuro sostenible tanto para la empresa como para el país en su conjunto.

3.2. Ejemplos de empresas seleccionadas con enfoques sostenibles

Existen muchísimas empresas en todo el mundo que han adoptado prácticas sostenibles como parte integral de sus operaciones y trabajo diario. Presentamos algunos ejemplos por considerarlos de interés:

1. Patagonia

Esta empresa de ropa outdoor se da a conocer por su compromiso serio con la sostenibilidad. En consecuencia, según su web utiliza materiales reci-

clados, y dice que promueve el comercio justo y dona además el 1% del total de sus ventas a organizaciones ambientales.

2. Automóviles Tesla

Esta empresa se destaca en la compleja industria automotriz no contaminante y por su enfoque en vehículos eléctricos y en consecuencia de energía sostenible. Es líder en coches eléctricos de alta gama y sistemas de almacenamiento de energía eléctrica y solar.

3. Unilever

Unilever es una de las empresas de bienes de consumo más potentes del planeta, se ha comprometido firmemente a reducir la huella ambiental. Estableció unos objetivos muy complejos consigo mismo para reducir el desperdicio de plástico y aumentar el uso de energía renovable en sus propias operaciones de producción.

4. Interface

Esta empresa de pisos comerciales ha adoptado un enfoque denominado “Mission Zero”, que buscaba eliminar la contaminación. Han trabajado en la reducción de residuos y la utilización de materiales sostenibles consiguiendo grandes resultados.

5. Google

La compañía tecnológica Google se ha comprometido públicamente en operar con energía 100% renovable y ha invertido cantidades ingentes de dinero en numerosos proyectos de energía eólica y solar para compensar su potente consumo de energía.

6. IKEA

La cadena de muebles IKEA ha centrado su actual política con grandes resultados en ser más sostenible al utilizar madera proveniente de fuentes sostenibles, desarrollar productos de bajo consumo energético y promover la reutilización y el reciclaje de muchos de sus productos.

7. Danone

Danone, líder por sus productos lácteos y de nutrición, se centra en la sostenibilidad en toda su cadena de suministro, desde la producción de leche hasta el envase de sus productos consiguiendo así evitar millones de envases contaminantes.

8. Natura & Co

Este potente conglomerado de empresas brasileñas de productos de belleza, que incluye marcas tan importantes como Natura, Avon y The Body Shop, ha priorizado la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa en sus operaciones no reñida con la obtención de ingresos económicos.

9. Ben & Jerry's

La marca de helados asegura a sus clientes el compromiso con la sostenibilidad, incluyendo el uso de ingredientes de comercio justo y prácticas de agricultura sostenible y natural. Evitando la deforestación con el uso de sus alimentos.

10. Etsy

Esta plataforma de comercio electrónico es capaz de promover productos realizados a mano y de estilo *vintage*, fomentando la reutilización y la producción local, lo que concuerda con los valores sostenibles.

Estos diez ejemplos pretenden demostrar que la sostenibilidad es demandada cada vez más por el consumidor quien ya no consume si la marca no se vende como verde, sostenible, ecológica etc. Este hecho es una realidad la cual ya es posible en una variedad de industrias y tamaños de empresa muy distintas.

Cada una de estas compañías ha demostrado en base a sus distintas posibilidades la adaptabilidad al cambio ya que de lo contrario de no hacerlo es acabar cerrando independientemente que es un beneficio al planeta.

Obviamente es posible ser rentable al mismo tiempo que se toman medidas significativas para reducir el impacto ambiental y promover la responsabilidad social corporativa, pero si nos fijamos en cuanto industria contaminante vemos que se adaptara a este cambio la verdad es que es difícil ya que como adaptarse por ejemplo una empresa de cruceros con lo que contamina un barco, la industria del carbón, del acero y un largo número de empresas de las que hemos hablado que contaminan. Pero qué pasa con las que contaminan y la gente lo desconoce sin ir más lejos muchas empresas ecologistas, naturales y saludables dedicadas a la fruta no llevan en la etiqueta del plátano que esté en su transporte ha contaminado una media de lo equivalente a viajar 8000 km y su respectivo CO2 y lo mismo con cientos de productos.

4. Riesgos y oportunidades en la nueva economía sostenible

Los diez riesgos financieros que de no abordar la sostenibilidad a tiempo nos conducen irremediamente a graves riesgos para las empresas, las comunidades y sus clientes con grave perjuicio al planeta en todo su conjunto. Aquí presentamos algunos de los diez riesgos resumidos más significativos y que nos ha parecido interesante reflejar por su importancia.

1. El Impacto Ambiental Negativo

Las empresas que no adoptan sus prácticas empresariales y de producción a la sostenibilidad están contribuyendo al agotamiento de los propios recursos naturales, a pasos agigantados. Además, a la degradación del medio ambiente, así como del cambio climático, lo que a su vez contribuye junto a otras muchas empresas a aumentar la frecuencia y la gravedad de eventos climáticos extremos, entrando en una espiral de autodestrucción del planeta. Por ende, siendo corresponsables las empresas que lo lleven a cabo y probablemente en unos años sean acusadas y condenadas a indemnizar al planeta pues hoy en día son conocedoras del daño que provocan y lo están haciendo con argucias legales.

2. Los Riesgos Financieros

La falta de las empresas en ser capaces de visionar en generar y potenciar en sus instituciones la sostenibilidad puede dar lugar a costes operativos mucho más altos debido a sanciones y multas debido a las regulaciones que están por aprobarse cada año siendo estas más estrictas y en consecuencia producir problemas en la cadena de suministro. Además, las empresas que no se adapten a estas tendencias de mercado hacia los nuevos productos y servicios, así como a las exigencias regulatorias sostenibles pueden perder competitividad y valor de mercado sin lugar a dudas.

3. La Reputación Empresarial Perjudicada

La opinión pública y los consumidores están cada vez más preocupados por cuestiones ambientales y sociales. En consecuencia las empresas que no adopten prácticas ecológicas y sostenibles se enfrentarán a graves pérdidas de credibilidad y confianza así, como a perjudicar a su reputación, lo que puede afectar en consecuencia a sus propios ingresos económicos y a sus relaciones económicas y comerciales e incluso sociales..

4. Los Litigios y la Responsabilidad Legal ante la administración pública y el administrado

Todas las empresas que en la actualidad contaminan o dañan el entorno natural se enfrentarán a graves demandas legales y acciones regulatorias, no se les permitirá seguir impunemente contaminando.

Los costes asociados a los litigios y a las multas pueden ser significativos y conducirle incluso al cierre.

5. Escasez de Recursos

El agotamiento de los recursos naturales es una amenaza existencial para muchas industrias de distintos sectores y que nadie científicamente puede rebatir. La falta de acceso a materias primas esenciales puede interrumpir la producción y aumentar los costos en justa reciprocidad y muchas de las alternativas propuestas ya se están agotando.

6. La Inseguridad en la Cadena de Suministro

Los riesgos climáticos y ambientales pueden afectar a la estabilidad de la cadena de suministro, lo que puede conllevar a interrupciones y pérdidas financieras de vital importancia en muchos sectores tales como los industriales y los de servicios, marcando un antes y un después.

7. Las Regulaciones jurídicas y leyes están para cumplirse

Las regulaciones, deben ser más estrictas y las ya aprobadas hacer cumplir la obligatoriedad de su funcionamiento. Los gobiernos están implementando regulaciones más rigurosas relacionadas ya con la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa. Las empresas que no se adaptan pueden verse obligadas a cambios costosos o enfrentarse a sanciones.

8. La Percepción del Riesgo por Inversores

Los inversores están evaluando cada vez más el riesgo ambiental, social y de gobernanza (ESG) al tomar decisiones de inversión. Las empresas que no cumplen con los estándares ESG cada vez tienen más dificultades para atraer inversiones y con razón pues no se puede invertir en empresas que no son sostenibles.

9. El potente Impacto en la Comunidad

Las empresas que no son sostenibles pueden tener un impacto negativo en las comunidades locales, incluida la propia salud de los residentes y la calidad de vida de estos y en justa reciprocidad bajar el precio de la acción y empezar a tener demandas colectivas que afecten a la salud del ciudadano.

10. El Aislamiento en el nuevo Mercado Global

A medida que más países y empresas de todo el planeta se comprometen con la sostenibilidad, las empresas que no lo hacen se quedan aisladas en el mercado global y pierden oportunidades comerciales a la vez que avanzan hacia una muerte de una crónica anunciada que durará mientras no las denuncien.

En resumen, la falta de adaptación al cambio y a la sostenibilidad no solo representa un riesgo para el propio medio ambiente, sino que también para la viabilidad económica y la reputación de las empresas. La transición en consecuencia mira inexorablemente hacia unas prácticas mucho más sostenibles y es esencial para minimizar estos riesgos y garantizar un futuro mejor, mucho más seguro y como no próspero para las empresas y la sociedad en general.

5. Conclusiones

La economía sostenible forma parte del sistema económico y socialmente responsable que persigue el aumentar los beneficios sociales del propio ser humano y los del planeta. Sistema económico basado en una nueva reconfiguración de las empresas a nivel mundial, así como de un sistema financiero, que permita a este cohabitar a ambos intereses los sociales y los empresariales. Haciéndolos coincidir, para que nada pueda fracasar. Nos estamos refiriendo al interés privado de la empresa con el de la nueva economía sostenible y como no, los del público, es decir el de la nueva sociedad mundial no contaminante.

El objetivo de la economía sostenible es evitar la espiral de autodestrucción del planeta, con el objeto de tratar de reducir la pobreza y frenar aquel consumo excesivo que atenta contra los ecosistemas del planeta. A tal efecto se deberá centrar en las tres “R” reducir consumo altamente contaminante potenciando otros, reutilizar y reciclar. Así mismo invertir de forma eficaz y resolutive en todo tipo de energías renovables unido al ahorro energético a través de las nuevas tecnologías.

La sociedad hoy en día avanza hacia un sistema económico responsable evitando la contaminación pero que deberá además ir de la mano de políticas medioambientales, sociales y económicas muy significativas.

Debemos ser conscientes de la importancia de no solo ahorrar en el consumo de agua si no en educar a la población para que no lo haga. Además, evitar la mala praxis del agua por ejemplo en España se pierde aproximadamente más del 20% del agua de consumo que se distribuye a través de tuberías, pero en esta estadística no se contempla la que se paga pero que además se pierde y derrocha por ejemplo un grifo o cisterna que simplemente gotea pierde cada día que pasa 80 litros de agua. Imaginemos a partir de este ejemplo muchos otros.

Otro aspecto de vital importancia es el unido a la movilidad sostenible con la utilización inteligente de medios de transporte públicos y privados. Es

decir, de qué sirve que en una ciudad como la de Barcelona la cual hoy nos acoge en su seno para este congreso de la Racef se luche y sancione por implantar los coches eléctricos, pero se prohíbe incluso conducir coches clásicos que representan una gran industria para la ciudad, pero por lo visto no lo suficientemente contaminante como para generar impuestos nuevos y ser rentable a la administración, conclusión no pueden circular. Por otra parte, el gobierno catalán se contradice pues cada día atracan en su puerto de Barcelona más y más barcos por ejemplo se prevé en el año 2023 pasar de 810 a 900 barcos cargados de turistas y que son una fuente de ingresos es justo reconocer para la ciudad, una ciudad muy contaminada, pero con pingües ingresos y beneficios gracias a esa contaminación.

El propio Ayuntamiento reconoce que los barcos arrojan 3 millones de toneladas anuales de co2, es decir que solo los barcos emiten el triple de dióxido de azufre que todos los coches de Barcelona en el mismo año. En consecuencia, el que no circulen coches clásicos o contaminantes por la ciudad es pura imagen para sus líderes ya que estos se ven, mientras se conducen mientras que los barcos no.

Si realizamos un balance social versus los beneficios, los ingresos y la contaminación que representa un barco tipo crucero y me estoy refiriendo en cuanto a lo que se paga en Barcelona. Según el Conseller de acció climàtica por el nuevo impuesto por atracar se cobran 1.440 euros lo cual representa para el Gobierno 7,5 millones de euros al año y para la ciudad se calcula un impacto de 800 millones de euros o lo que es lo mismo 1 millón de euros por cada barco que atraca y ahí tenemos la respuesta. No se ven, no afecta a la imagen y da ingresos a pesar de la contaminación tenemos distintas varas de medir.

También la arquitectura y construcción debe ser sostenible. Pues esta contaminación supone el 23% de toda la contaminación atmosférica de nuestro país unido al 60% de los residuos en vertederos y el 42% del agua potable. Toda una industria que urgentemente requiere de una reconversión y la cual además genera cientos de trabajos.

El grado de autodestrucción del planeta por parte del ser humano es causado principalmente por el cambio climático el cual es consecuencia sin duda debido a la contaminación medioambiental. Esta destrucción está cambiando la economía mundial y la forma que tienen de dirigir nuestros ejecutivos y las empresas que estos lideran, estamos pues hablando de una nueva economía sostenible.

La gran mayoría de países del mundo siguen contaminando por los elevados costes económicos de no poder adaptarse al cambio y a la transición ecológica con la gravedad en cuanto a lo que representa, pérdidas de trabajo, cierres de empresas, obsolescencia de determinadas profesiones y un largo etc. que afectara a todas las economías.

Pero esto va más allá de lo que podamos imaginar pues a pesar de las múltiples medidas para evitarlo no solo contaminamos más, sino que cada año además somos capaces de consumir los recursos de casi dos planetas tierra, sin ir más lejos este año 2023 un 74% de los recursos arrebatados a la tierra no podrán tener el tiempo necesario de regenerarse.

En consecuencia, se puede y debe frenar no solo concienciando sino actuando, ayudando y por último legislando, si legislando si no entra la razón tendrá que entrar la supervivencia y en consecuencia legislar y legislar.

Acabo de llegar de un congreso en los EEUU en el que se han dado cita muy importantes sabios del área de la nueva economía, la conclusión que extraigo tras oír a estos colegas es que el ser humano es lo suficientemente inteligente y dotado del instinto de la supervivencia como para saber frenar a tiempo mucho antes de perderlo todo y autodestruirse y esa tendencia de evitar que esto vaya a más por suerte ya ha empezado.

La ambición humana existente en el planeta por seguir consumiendo y generando riqueza a través de sus empresas, negocios y entorno, así como para sus accionistas es un hecho normal y lícito además en un mundo globalizado

que genera una controversia a la que debemos no solo abordar sino dar respuesta rápidamente con la nueva economía sostenible.

Este es un problema urgente que requiere de atención y acciones inmediatas. Las ciudades enteras que han sido devastadas por culpa del cambio climático ha sido con grandes nevadas, huracanes, sequías etc y son las únicas conscientes del verdadero problema económico y de pérdidas en vidas al que se enfrentan. Esa conciencia tras una destrucción marca un inexorable antes y un después.

Solo con esta concienciación podremos cambiar nuestras formas de vida, de producir y de consumir para no contaminar y matar especies y eso solo es posible con planes de formación enfocados a todos los colectivos sin excepción. Solo mediante un enfoque colectivo de buena voluntad y de concienciación nueva, basado en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, podemos esperar preservar nuestro planeta limpio y no contaminado para las generaciones futuras.

Esta sociedad ya dispone de bastantes problemas con el calentamiento global como para soportar nuevas y letales crisis de cualquier tipo, pero en especial nos estamos refiriendo a las guerras, tales como la de Ucrania y la de Israel tal vez las más conocidas, pero no podemos olvidar los graves conflictos de Senegal, Mozambique, Nigeria, Somalia, Camerún, Sudán, Sudán del Sur, Camerún, Malí, Etiopía y otros.

En Consecuencia, desde todos los rincones del planeta hemos de saber frenar y contribuir a que lo hagan con políticas de denuncia y concienciación enarbolando la frase de basta ya a la contaminación y a las guerras. De lo contrario la voz de la conciencia económica para el planeta se apagará produciendo el caos.

He dicho.

Bibliografía

- Alonso, J. A. (2013). *El Planeta Tierra en peligro: Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones*. Editorial Club Universitario.
- Ambiental, C. (1997). Contaminación ambiental. *Editorial Trillas*, 14(5), 135-157.
- Amestoy Alonso, J. (2013). El Planeta Tierra en peligro: calentamiento global, cambio climático, soluciones. *El planeta tierra en peligro*, 0-0.
- Anzules, Í. D. C. P., & Castro, D. W. M. (2022). Contaminación ambiental. *Recimundo*, 6(2), 93-103.
- Baquerizo, M., Acuña, M., & Solis-Castro, M. (2019). Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Manglar*, 16(1), 63-70.
- Bergoëing, J. P. (2002). Eje terrestre y cambio climático. *Revista de Geografía Norte Grande*, (29), 149-153.
- Casso-Gaspar, J. M., Acevedo-Sandoval, O. A., & Martínez-Hernández, S. (2022). Contaminación del suelo por microplásticos: panorama actual. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 10(19), 55-60.
- Cisneros, B. E. J. (2001). *La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada* (pp. 962p-962p). Colegio de Ingenieros Ambientales de México.
- Díaz Cordero, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*.
- Domènech-Casal, J. (2014). Contextos de indagación y controversias socio-científicas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 287-287.
- Dussi, M. C., & Flores, L. B. (2018). Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Inter disciplina*, 6(14), 129-153.
- Domínguez Gual, M. C. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. *Producción+ limpia*, 10(1), 9-21.

- Ferrer, G. F., García, F. G., & González, J. L. M. (2011). El cambio climático y el agua: lo que piensan los universitarios. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 427-438.
- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Nívar Cháidez, J. D. J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia uanl*, 6(3).
- Hídricos, R. (2020). Agua y Cambio climático.
- Landa, R., Magaña, V., & Neri, C. (2008). *Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático* (No. Sirsi) a453952). Semarnat.
- López Cancio, J. A., Arribi López, A., & Hernández Guarch, F. (1980). Contaminación atmosférica. *Revista de bachillerato*.
- Martín Chivelet, J., Palma, R. M., Domingo, L., & López Gómez, J. (2015). Cicloestratigrafía, cambio climático y la escala de tiempo astronómico.
- Martínez-Austria, P. F., & Patiño-Gómez, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y ciencias del agua*, 3(1), 5-20.
- Medina Castillo, R. (1992). La guerra del Golfo Pérsico aceleró la contaminación del planeta.
- Moreira-Romero, Á. F. (2018). Contaminación del aire en el medio ambiente por las emisiones de gases tóxicos de empresas industriales en Ecuador. *Polo del conocimiento*, 3(7), 299-306.
- Mundial, B. (2010). *Desarrollo y cambio climático*. Banco Mundial.
- Mundial, B. (2009). Informe sobre el desarrollo mundial 2010: Desarrollo y cambio climático. In *Informe sobre el desarrollo mundial 2010: desarrollo y cambio climático* (pp. 50-50).
- Pernía Llera, J. M., & Fornés Azcoiti, J. M. (2009). Cambio climático y agua subterránea.
- Raynal-Villaseñor, J. A. (2011). Cambio climático global: una realidad inequívoca. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 12(4), 421-427.

- Retamal, M. R., Rojas, J., & Parra, O. (2011). Percepción al cambio climático ya la gestión del agua: aportes de las estrategias metodológicas cualitativas para su comprensión. *Ambiente & Sociedad, 14*, 175-194.
- Rivas, M., & Garelli, O. (2021). Impacto de la contaminación por plásticos en la biodiversidad y patrimonio biocultural de México. *Heinrich Böll Stiftung (ING, México)*. <https://mx.boell.org/es/2021/03/10/impacto-de-la-contaminacion-porplasticos-en-la-biodiversidad-y-patrimonio-biocultural> (Activo Febrero de 2022).
- Segura, L. M. S., & Arriaga, J. A. L. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental*. Uaem.
- Sequeiros, L. (1998). III Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992) al fracaso de la Conferencia de Kioto (1997): Claves para comprender mejor los problemas ambientales del Planeta, De la. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 6*(1), 3-12.
- Shiva, V. (2004). *Las guerras del agua: contaminación, privatización y negocio* (Vol. 200). Icaria Editorial.
- Tarback, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). Ciencias de la Tierra. *Universitario, 32*.
- Vide, J. M. (2009). Diez verdades y diez mentiras en relación al cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 17*(2), 120-127.

LA ECONOMÍA ANTE LA CRISIS CLIMÁTICA

Dr. Mario Aguer Hortal
*Académico de Número de la Real Academia de Ciencias
Económicas y Financieras*

El título de este trabajo nos obliga a precisar el concepto de los límites de la vida que puede tener distintas acepciones según el contexto en el que se utilice. Nosotros nos referimos a la vida humana y la de su entorno natural por lo tanto incluimos la fauna y la flora que la sustentan. Los científicos han determinado que existen unas condiciones óptimas para el desarrollo de la vida, pero a la vez existen unos márgenes que la hacen posible con más o menos facilidad. Los principales factores que tienen en cuenta son la temperatura y humedad del medio ambiente, la calidad y cantidad de agua dulce, la salinidad de los mares, la contaminación del aire, el suelo y el agua y la tasa de generación de residuos entre otros. La lista es larga y no teman que les abrume con datos. Algunos de los límites se han sobrepasado, por ejemplo los referentes al fósforo y al nitrógeno, en cambio hay otros que no, como la tasa de aerosoles que está muy debajo del límite establecido. Hecha esta aclaración es lógico que nos hagamos una pregunta. ¿Estamos en una situación de riesgo? A mi buen entender la respuesta es afirmativa, pero reconozco cierta dificultad a la hora de justificarla. Es evidente que la política se ha cruzado en el camino y ha contaminado el debate. En las democracias la defensa del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático han sido abanderadas por partidos políticos progresistas por lo tanto la reacción de ciertos círculos conservadores representa un claro posicionamiento político y no científico. En las dictaduras hacen lo que les da la gana y lo menos importante es la libertad de prensa que permite un criterio independiente. Es evidente que debe alejarse el debate político en esta cuestión y atenerse estrictamente al criterio de los medios científicos solventes. Otra cosa es la percepción personal que podamos tener sobre el problema. El aumento de los periodos de sequía, la proliferación de

episodios meteorológicos virulentos, los constantes incendios forestales sobre todo en épocas estivales nos hacen entrever una realidad que parece no dar lugar a dudas.

Algo está ocurriendo y no parece nada bueno. ¿Qué dicen los expertos? Oigamos la opinión de uno de los más importantes, el Dr. William D. Nordhaus, americano, profesor de la Universidad de Yale, doctorado en el MIT, miembro de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, de la que fue presidente en 2013. Autor de “Economics” un libro de texto universitario de referencia. Defensor de la teoría del ciclo económico. Recibió el premio Nobel de Economía el año 2018. Nordhaus considera que la humanidad está jugando a la ruleta con el medio ambiente natural a través de una multitud de intervenciones de las que desconoce los efectos a medio y largo plazo. Es un experto en los modelos del cambio climático y nos advierte repetidamente de los efectos potencialmente catastróficos del calentamiento global. Se trata de un científico solvente al que debemos escuchar. Hay muchos más, por ejemplo Katharine Hayhoe. Es una climatóloga reconocida y profesora de la Universidad Tecnológica de Texas. Michael E. Mann. Es un climatólogo estadounidense conocido por su trabajo en paleoclimatología y por los modelos que ilustran el aumento de las temperaturas globales en los últimos siglos. James Hansen. Fue director del Instituto Goddard para Estudios Espaciales de la NASA. Es un científico climático de renombre que ha estado involucrado en la concienciación sobre el cambio climático desde la década de 1980. Susan Solomon. Es una química atmosférica de prestigio legendario. Rajendra K. Pachauri (Fallecido en 2020). Fue el ex director del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas y desempeñó un papel crucial en la divulgación de la ciencia climática a nivel mundial.

La ciencia del cambio climático es un campo interdisciplinario, y estos científicos que he citado representan diferentes áreas de experiencia dentro de este tema. Sus investigaciones y esfuerzos han contribuido significativamente a nuestra comprensión del cambio climático y sus implicaciones.

No sería honesto por mi parte no advertir de que entre la comunidad científica también existen voces discrepantes con la idea de que el cambio climático se debe a la actividad humana. Citaré entre otros a Richard Lindzen. Se trata de un meteorólogo y profesor emérito del MIT; Lindzen ha sido uno de los críticos más apasionados defendiendo la idea de que el cambio climático no está causado por la actividad humana. Ha argumentado que el sistema climático es menos sensible a los aumentos de dióxido de carbono de lo que sugieren los modelos climáticos. A Judith Curry. Una climatóloga retirada y ex profesora de la Universidad de Georgia Tech, conocida por cuestionar algunas de las afirmaciones relacionadas con el cambio climático; ha argumentado que el consenso científico se exagera. Y a Roy Spencer. Es un científico atmosférico y meteorólogo que ha expresado escepticismo sobre la magnitud del calentamiento global causado por el hombre y ha investigado las influencias naturales en el clima. De todas formas es importante destacar que la opinión de estos científicos no es representativa del consenso en la comunidad científica. Hay una abrumadora mayoría de los científicos del clima que respaldan la idea de que el cambio climático es en gran medida causado por la actividad humana, principalmente debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, por ejemplo, ha reunido una amplia evidencia científica que justifica esta conclusión.

Si estamos más o menos convencidos de la realidad del cambio climático y que éste se produce como consecuencia de la actividad humana y no a ciclos naturales la siguiente cuestión que nos planteamos es la forma de frenarlo, minimizando los efectos negativos en la medida de lo posible. Esto parece que solo es posible mediante la decidida actuación de los estados promulgando leyes que restrinjan la producción de los gases de efecto invernadero, principalmente el bióxido de carbono y el metano. Pero no es tan fácil como parece. Si un país tiene abundantes recursos hidráulicos lo tendrá mucho más fácil que otros cuya economía dependa del carbón o del petróleo. Los países en vías de desarrollo les dicen a los ricos que el planeta está contaminado por culpa suya y que ahora no les pidan que sean ellos los que se tengan que sacrificar. Inclu-

so los países ricos que tienen acostumbrada a su población a unos consumos energéticos que nos hacen enrojecer no quieren disminuirlos para no enfurecer a una población que está acostumbrada a coger el coche para ir a la esquina a comprar el periódico.

Así pues, sabemos lo que hay que hacer, pero su aplicación es complicada y sujeta a muchos intereses económicos y políticos. Los grandes ejes de las actuaciones gubernamentales deben ir dirigidas a **dos objetivos fundamentales**:

1) Restringir el uso del petróleo como combustible y prohibir el uso del carbón con el mismo fin.

2) Promover el uso de las energías alternativas, principalmente la eólica y la fotovoltaica.

El camino está repleto de trampas. Recientemente ha sido noticia los desvelos de la Unión Europea ante las subvenciones estatales de la China a su industria automovilística con el objetivo de abaratar el coche eléctrico. No entraré en el debate de si la China lo hace para hundir los mercados europeos o porque cree que esto es beneficioso para el bienestar general. El coche eléctrico no contamina el territorio por el que circula, ni emite bióxido de carbono. El coche eléctrico es un avance en muchos aspectos, pero por sí mismo no resuelve el problema de las emisiones de efecto invernadero porque consume energía eléctrica y depende del origen de esta energía, Supongamos un país que todo su parque automovilístico sea eléctrico pero que todas sus centrales eléctricas funcionen con combustibles fósiles. ¿Qué ocurre? Que el coche eléctrico no contamina pero la central que lo alimenta sí. No resolvemos el problema. Solo será una solución si el coche eléctrico se carga con electricidad limpia, es decir, la que se produce con energías renovables. Otra trampa en la que no debemos caer es en la frecuente confusión entre dos conceptos muy diferentes: el recurso energético y el vector energético. El recurso energético es una fuente energética que encontramos en la naturaleza y que podemos utilizar o servirnos de él, como el petróleo o el viento. El vector energético es

un simple transportador de energía como la electricidad o el hidrógeno, Se ha hablado mucho del hidrógeno pero no es un recurso, no hay pozos ni minas de hidrógeno. El hidrógeno hay que fabricarlo a partir de la electrólisis del agua. Una vez obtenido puede devolvernos parte de la energía empleada en su fabricación, PERO NUNCA MÁS DE LA EMPLEADA. Sólo si se utiliza electricidad procedente de una central fotovoltaica tiene sentido fabricar hidrógeno para utilizarlo como vector energético. Hoy por hoy el coche eléctrico creo que tiene más recorrido que el coche de hidrógeno.

Otra cuestión que no debe quedar en el aire es qué ocurre con las **centrales nucleares**. Pero esto sería otro debate y por cierto nada sencillo. Lo único que honestamente puedo hacer es enseñar las cartas y que cada cual juegue la partida según su criterio. La central nuclear no produce emisión de gases de efecto invernadero. Si éste fuese el único factor a tener en cuenta está claro cómo me alinearía personalmente en esta cuestión. Pero hay otros factores a tener en cuenta. La gestión de los residuos radioactivos, la peligrosidad letal de que se produzca un accidente, natural o provocado, el tiempo de clausura de una central y otros relacionados con las medidas y controles de seguridad cuyo coste repercute inexorablemente en el precio de la electricidad producida. Apostar por la energía nuclear es jugar a la ruleta. Mi opinión personal es que si no queda otra solución sería como el aceite de ricino que hacían tomar a nuestros abuelos cuando tenían una indigestión, pero si hay alternativas estas prevalecen. Antes de proseguir quisiera hacerles una aclaración, no puedo evitar dejar de ser profesor después de tantos años de docencia, tantos, que casi he perdido la cuenta. Cuando planteo el tema de las centrales nucleares me refiero a las de **fisión**. A lo lejos se percibe un recurso energético casi ilimitado, no contaminante o muy poco, que es la energía de **fusión**. Pero aún está en fase de estudio. Los expertos vaticinan un horizonte de 20 o 30 años para que veamos funcionar comercialmente una planta de fusión. El reactor de fusión reproduce a pequeña escala la misma reacción que se produce en el Sol.

Volviendo a los objetivos diría que están claros pero *¿cómo se llevan a cabo? ¿Es lógico pensar que la Economía puede ayudar a establecerlos, si*

muchos piensan que es la causa indirecta del problema? Los que piensan así están equivocados. La Economía es una ciencia y como tal es neutra. La responsabilidad la tienen los que la manejan. Sería lo mismo que decir que los muertos de Hiroshima y Nagasaki se deben a la física nuclear. Cuando fue una persona la que dio la orden ejecutiva. Es su responsabilidad.

Veamos qué puede hacer **la Economía**. Es la ciencia que estudia los recursos, la creación de riqueza y la producción, distribución de bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas. Observen ustedes que en esta definición, muy sencilla, aparecen dos frases encadenadas. La creación de riqueza y la producción de bienes para satisfacer las necesidades humanas. En realidad la economía es una herramienta que nos ayuda a resolver problemas relacionados con el capital, las inversiones y muchos otros aspectos de la gestión empresarial e incluso de la administración de un país. Volviendo a la definición inicial es evidente que la economía, como herramienta, puede utilizarse para crear riqueza pero también para ayudar a satisfacer las necesidades humanas, es decir, gestionando los recursos necesarios para la educación, sanidad, defensa, alimentación, ocio, y muchos más, de la población en general.

La economía tiene mucho que decir en la lucha contra el cambio climático, ya que las actividades industriales son una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y es evidente que la economía juega un papel importante en toda actividad industrial. Menciono algunas **iniciativas**, no las únicas, en las **que puede contribuir a combatir el cambio climático**.

1) Promover la transición hacia fuentes de energía renovable analizando la rentabilidad de la inversión para llevarlas a cabo. A primera vista puede parecer que con las energías renovables estaría resuelto el problema, pero éstas tampoco están exentas de problemas. La energía fotovoltaica, me refiero a los paneles solares, no se pueden amontonar unos encima de otros porque se harían sombra además la energía captada por metro cuadrado no es muy alta. Es necesario desplegarlos en una gran superficie que puede presentar proble-

mas según el lugar en el que esté ubicada. La energía eólica, que parece muy prometedora, depende que el viento sople con una determinada velocidad. Si es muy alta el aerogenerador se para para no comprometer la estabilidad de las enormes palas. Si no hay viento no hay electricidad. Esto implica que un parque eólico debe estar sincronizado con una central térmica; si hay viento funciona el parque si no, funciona la central. Es decir, no podemos prescindir totalmente de las centrales térmicas. La llamada energía verde, es decir, la madera, el alcohol biológico y similares tiene claras limitaciones. La única solución, de momento, es alternar las renovables con las que no son para disminuir la dependencia de las fósiles.

2) *Dar un impulso a la eficiencia energética.* La economía puede fomentar la adopción de tecnologías y prácticas más eficientes en el uso de la energía en la industria, el transporte y los edificios. Esto reduce la demanda de energía fósil y disminuye las emisiones. En una nevera doméstica debemos aportar energía para contrarrestar el calor que entra del exterior al interior. La energía se utiliza para extraer este calor que entra. Si fabricamos una nevera capaz de retener el frío que se produce en su interior tendremos que emplear menos energía para producirlo. La industria del aislamiento es un sector capital en la lucha contra el cambio climático, porque lo que hemos dicho de las neveras es aplicable a los edificios. Un edificio bien aislado necesita menos calefacción en invierno y menos refrigeración en verano.

3) *Fomentar el uso de técnicas pasivas de calefacción y refrigeración.* Se llama acondicionamiento pasivo aquel que consigue los efectos de bienestar térmico sin emplear maquinaria. Esto implica una colaboración íntima entre el arquitecto y el ingeniero para conseguir un diseño estructural que utilice los elementos naturales para tener fresco el ambiente en verano y caliente en invierno. Debemos entender que una técnica pasiva, a veces, no puede resolver por sí misma un problema de refrigeración o calefacción, pero sí mitigarlos con lo que ya habremos conseguido un ahorro energético y por lo tanto menos emisiones. En este sentido recordemos la refrigeración evaporativa que apenas consume energía. Se trata de provocar la evaporación de agua en un ambiente

determinado. Automáticamente este ambiente se refrigera porque el agua al evaporarse necesita energía y la extrae del medio ambiente. Este sistema solo funciona cuando la humedad relativa es baja. No siempre lo es por lo que es un sistema ideal para combinarlo con uno tradicional. En zonas continentales que estén alejadas de ríos y lagos la humedad relativa acostumbra a ser baja. En estos lugares la refrigeración evaporativa es un sistema eficaz y barato que apenas consume energía.

4) Políticas fiscales. Los gobiernos pueden implementar políticas fiscales que promuevan la reducción de emisiones, como impuestos al carbono, estándares de emisiones más estrictos y subsidios para tecnologías limpias.

5) Inversión en transporte sostenible. Promover el transporte público, el ciclismo y la movilidad eléctrica puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte. Incentivar la sustitución del vehículo con combustible fósil por el coche, camión o autobús eléctrico. Esto requiere la creación de una red de puntos de recarga que permita.

6) Promover la implantación de la “Economía circular” en la medida de lo posible. Se trata de un concepto de mucha actualidad que fue introducido por Walter R. Stahel, aunque lo bautizó con el nombre de “economía de circuito cerrado”, el nombre de economía circular vino más tarde. La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se alarga. En la práctica, implica reducir los residuos al mínimo. Cuando un producto llega al final de su vida, sus materiales se mantienen dentro de la economía siempre que sea posible gracias al reciclaje. Contrasta con el modelo económico lineal tradicional, basado principalmente en el concepto “usar y tirar”, que comporta mayores consumos energéticos. En realidad abarca mucho más que la producción y el consumo de bienes y servicios, pues incluye entre otras cosas, el cambio de los combustibles de fósiles al uso de la energía renovable,

y la diversificación como medio de alcanzar la resiliencia. Fomentar prácticas comerciales sostenibles, como la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos, puede reducir la presión sobre los recursos naturales y las emisiones asociadas a la producción y eliminación de productos.

7) Finanzas sostenibles: Invertir en empresas y proyectos que promuevan prácticas sostenibles y bajas en carbono puede ayudar a reorientar el capital hacia actividades que combatan el cambio climático. Educación y concienciación: La economía puede respaldar la educación y la concienciación pública sobre los impactos del cambio climático y la importancia de tomar medidas para reducir las emisiones. Recordemos que la economía es la herramienta que nos conduce a un fin que marcamos nosotros.

8) Desarrollo de tecnologías limpias: La inversión en investigación y desarrollo de tecnologías limpias, como el almacenamiento de energía avanzado, la captura y almacenamiento de carbono y la agricultura sostenible, puede acelerar la transición hacia una economía baja en carbono.

9) Adaptación al cambio climático: La economía también debe abordar la adaptación al cambio climático, invirtiendo en infraestructuras resistentes al clima y en la gestión de riesgos climáticos. ¿Recuerdan aquella frase tan famosa que dice: si no puedes vencer a tu enemigo, únete a él? Con esto quiero decir que a estas alturas no sabemos si hemos hecho tarde para revertir los efectos del cambio climático. Si no los podemos revertir al menos procuremos mitigarlos. El cambio climático influirá en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales y tornados, lo que puede aumentar el riesgo de inundaciones en diversas zonas. Por lo tanto, la planificación y la adaptación al cambio climático son fundamentales para reducir los riesgos.

10) Colaboración internacional: La cooperación económica a nivel global es esencial para abordar el cambio climático, ya que las emisiones y sus impactos no conocen fronteras. Los acuerdos internacionales como el Acuer-

do de París son ejemplos de esfuerzos conjuntos para combatir el cambio climático.

En resumen, la economía desempeña un papel crucial en la lucha contra el cambio climático al influir en las decisiones de inversión, producción y consumo que determinan las emisiones de gases de efecto invernadero. La transición hacia una economía baja en carbono es esencial para mitigar los efectos del cambio climático y proteger nuestro planeta. El cambio climático producirá, está produciendo, un aumento de las temperaturas medias no solo atmosféricas sino también del agua del mar. La acumulación de energía en los océanos es la responsables de los fenómenos meteorológicos cada vez más virulentos. El nivel del mar subirá debido al deshielo de los casquetes y esto provocará la inundación de amplias zonas costeras. En España la costa mediterránea, la costa atlántica y las Islas Canarias y Baleares, son especialmente vulnerables a la elevación del nivel del mar. Las ciudades costeras como Barcelona, Valencia, Málaga y muchas otras podrían experimentar inundaciones costeras más frecuentes y graves. Las áreas bajas y deltas de ríos, como el Delta del Ebro en Cataluña y el Delta del Guadalquivir en Andalucía, son propensas a inundaciones tanto por el aumento del nivel del mar como por eventos climáticos extremos, como lluvias intensas y tormentas. Es importante destacar que la magnitud y la frecuencia de las inundaciones dependerán en gran medida de la rapidez con la que se produzca el aumento del nivel del mar y de la capacidad de adaptación y mitigación implementada por las autoridades y las comunidades locales. Todo esto motivará que se tengan que implementar medidas para el traslado de la población afectada a zonas más seguras. Pero a medio plazo ninguna de estas plagas será tan peligrosa para los países de las zonas templadas como la emigración masiva y descontrolada no de miles sino de millones de personas que intentarían desplazarse de sur a norte buscando zonas más seguras. No pretendo ser catastrofista y deseo que mis palabras sean exageradas, pero recuerden que más vale prevenir que curar.

Y para terminar he querido hacer un experimento. Ya que está tan de moda la inteligencia artificial le he pedido, como si se tratara de un juego,

la **definición de Economía**. Y he aquí la respuesta que les traslado íntegra. Porque, a mi juicio es acertada.

La economía es una disciplina que se encarga del estudio de cómo se producen, distribuyen y consumen los recursos naturales para satisfacer las necesidades y deseos humanos. Se centra en analizar cómo las personas, empresas y gobiernos toman decisiones relacionadas con la asignación de recursos, generalmente limitados, para maximizar la utilidad y lograr respuestas a las necesidades humanas.

Existen **dos enfoques** principales en la economía:

La *Microeconomía* se concentra en el estudio de las decisiones individuales y las interacciones en mercados específicos. Analiza cómo los consumidores eligen qué comprar, cómo las empresas deciden qué producir, a qué precio y cómo se determinan los precios y las cantidades en los mercados de bienes y servicios.

La *Macroeconomía* se enfoca en la economía en su conjunto y se preocupa por el estudio de variables a nivel agregado, como el producto interno bruto (PIB), la inflación, el desempleo, la política fiscal y monetaria, y otros indicadores económicos. La macroeconomía busca comprender y analizar los patrones y tendencias económicas a nivel nacional o global.

La economía se basa en principios y teorías que ayudan a explicar el comportamiento económico y a desarrollar políticas para mejorar la eficiencia y el bienestar económico de una sociedad. Además, se divide en varias ramas, como la economía laboral, la economía internacional, la economía del medio ambiente, entre otros, que se enfocan en aspectos específicos de la actividad económica. La economía desempeña un papel fundamental en la toma de decisiones tanto a nivel individual como a nivel gubernamental y empresarial.

No es la mejor definición pero es muy ilustrativa y pedagógica. ¿Entienden ahora porque la Economía es una herramienta imprescindible para combatir los efectos negativos del cambio climático?

Recordar que la pandemia de COVID-19 causó una reducción temporal de las emisiones de gases de efecto invernadero. Según un informe de agencias de la ONU, las emisiones de bióxido de carbono de origen fósil alcanzaron un nivel máximo de 36,64 Gt^{1(*)} en 2019. Sin embargo, debido a la pandemia, hubo un descenso extraordinario de 1,98 Gt que equivale a un 5,6 % en 2021. Aunque esta disminución fue significativa, no tuvo un efecto duradero en los niveles atmosféricos de los gases de efecto invernadero ni en sus tasas de aumento. Las emisiones aumentaron rápidamente de nuevo a medida que la economía se recuperaba.

Por último, no puedo dejar de mencionar un tema espinoso para cualquier economista como es el crecimiento económico. No es este el lugar apropiado para debatir este tema, aunque su vinculación con la actividad industrial, que, en última instancia, genera la emisión de gases de efecto invernadero, es obvia. El crecimiento económico es uniforme y depende de muchas circunstancias e incluso del tipo de país en el que se aplica. Un crecimiento controlado y sostenido será el mal menor. Otra cosa es el crecimiento salvaje y descontrolado, si este es el caso, no quedará más remedio que ponerle una brida.

1 (*) 1 Gt es una giga tonelada que equivale a mil millones de toneladas

SELECCIÓN DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE EMPRESAS SUSTENTABLES EN LA CERTEZA E INCERTIDUMBRE

Dr. Federico González-Santoyo
*Académico Correspondiente por México de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Dra. M. Beatriz Flores-Romero
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (México)

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

Resumen

Las plantas productoras de productos de consumo final, intermedio y de capital en su búsqueda de dar satisfacción plena a las necesidades de la población y a las empresas clasificadas en los diferentes sectores de la economía que le dan solidez a la economía de una nación y la de los empresarios que invierten en ellas, para ello requieren de un abastecimiento de materias primas suficiente y consistente, que les permita a los sistemas que se proporciona este servicio tener continuidad y consistencia en sus operaciones y orientar sus esfuerzos al incremento de la competitividad empresarial. En esta investigación se presenta un estudio para la determinación del tamaño de Invernaderos productores de Tomate (Jitomate), esto es tratado en base a la teoría del proceso de Jerarquía Analítica AHP propuesta por Saaty, T. (1977, 1980, 2001, 2012), en ambientes de certeza y se presenta una extensión para su aplicación en la incertidumbre usando lógica difusa (LD), aportando resultados satisfactorios para este tipo de análisis. El trabajo presenta originalidad de aplicación de LD, en este tipo de empresas en Michoacán el caso no había sido estudiado con este enfoque. De lo anterior se concluye que la aplicación de LD, en el estudio de localización, proporciona información no proporcionada de origen que es muy valiosa

para potenciar una toma de decisiones eficiente y eficaz en el diseño de planes de desarrollo empresarial.

Clasificación JEL: M11, D22, G41

Palabras clave: Tamaño de empresa, Óptimo, Fuzzy Logic, Proceso de Jerarquía Analítica.

1. Introducción

La determinación del tamaño de una empresa está dada por la capacidad instalada de producción de bienes y/o servicios de la misma, dicha capacidad de producción es expresada en términos de la capacidad de producción realizada por ciclo, turno, año, según el sistema adoptado para trabajar. El presente trabajo cobra interés para su análisis, debido a que explorando la literatura existente, encontramos orientaciones para el análisis limitadas, en las que ante auditorías técnicas y económicas a los responsables de hacer estos análisis y compras de procesos, los criterios tradicionales no les daban las respuestas clave para disminuir el riesgo de no acertar en la decisión eficiente y eficaz, para un estudio de esta naturaleza, son consideradas las opciones de paquetes tecnológicos existentes en el mercado nacional e internacional para hacer la selección del mejor proceso.

González-Santoyo, (1985). Establece que el conocimiento y la determinación del tamaño de una planta industrial tienen como objetivo fundamental determinar que alternativa de tecnología de las existentes en el mercado producirá los mejores resultados técnico-económicos para el desarrollo de la empresa. En la formulación y evaluación de proyectos industriales, el dimensionamiento de una planta industrial corresponde a la determinación de su *capacidad instalada*, la cual estará dada como la capacidad máxima de producción en un turno de trabajo de 8 horas, esta información debe ser completada con los datos de números de días de trabajo por año y el número de horas de trabajo por día.

Los factores condicionantes básicos para la determinación del tamaño de la capacidad de producción de una empresa dedicada a producir bienes y/o servicios son los siguientes: Mercado de consumo existente; Distribución geográfica de los consumidores; Disponibilidad de materias primas; Restricciones de tecnología; Disponibilidad de recursos financieros; Disponibilidad de recursos legales; Disponibilidad de mano de obra; Política económica; Normatividad ambiental; Inversión del sistema entre otros.

De acuerdo con González-Santoyo, F. et al. (2003). El elemento más importante para tener un juicio claro en la determinación del tamaño de una empresa susceptible de ser instalada en una región predeterminada es generalmente el nivel de demanda potencial que habrá de satisfacerse, esta es un indicador relevante para la determinación del tamaño máximo a instalar y que el mercado es capaz de absorber dicha cantidad de producto posible de producir en unidad de tiempo en una unidad de área en la que se distribuya el mismo. El análisis de la demanda en un proyecto industrial como instrumento de apoyo para determinar el tamaño, presenta fundamentalmente tres situaciones específicas básicas para poder instalarse con una capacidad de producción específica, estas situaciones son las siguientes: que la demanda potencial sea claramente mayor que la capacidad mínima que pudiera instalarse; que la demanda sea del mismo orden que la capacidad mínima de producción con posibilidades de instalar; que la demanda sea muy superior a la capacidad máxima que se pueda instalar. Por ello el tamaño de mercado, es un indicador inicial de las posibles alternativas a manejar en la selección del tamaño.

La forma en que se encuentra distribuida geográficamente la demanda de un producto y/o servicio, es un factor relevante en la decisión sobre la determinación del tamaño de la planta industrial, así se puede presentar el caso de que una misma demanda se puede satisfacer instalando una sola planta para todo el mercado existente en un área geográfica, una planta central para abastecer la mayor parte del territorio, plantas menores en otros lugares y varias empresas aproximadamente del mismo tamaño, situadas en lugares distintos, lo cual implica un factor determinante en lo que a el tamaño de empresas se refiere.

Es relevante para la definición del tamaño conocer los tipos de procesos disponibles en el mercado del sector de la economía en la que este clasificado el proceso que caracteriza el tipo de empresa a instalar o ampliar, estos tipos definen el tamaño máximo y mínimo de la planta, desde el punto de vista tecnológico. Este rango puede se encuentra en el mercado como: *los existentes a nivel industrial, a nivel de planta piloto, y los que se están probando a nivel de laboratorio.*

Para el caso de análisis de búsqueda de procesos disponibles se deberá restringir a los ya conocidos y experimentados a escala industrial que existan en el mercado, sólo en el caso de un proceso nuevo se buscará en otras alternativas, pero su factibilidad dependerá de los elementos técnico-económicos que se tengan en relación con el sistema a atender. Así mismo es importante considerar, las condiciones de si es tecnología de punta, intermedia u obsoleta, así como si es un proceso automatizado, semi automatizado o intermitente o combinaciones de estos atributos. La adquisición de una tecnología automatizada mal usada, puede originar una capacidad ociosa muy grande, esta podrá ser superada en el tiempo, si el crecimiento del mercado lo permite, o mantenerse en ese nivel durante la vida útil de la empresa si ello se justifica desde el punto de vista técnico y económico.

Las alternativas de tamaño entre las cuales se puede seleccionar se van reduciendo a medida que se examinan las cuestiones relacionadas con la ingeniería, las inversiones, y los otros elementos que se han mencionado con anterioridad en este trabajo. La magnitud del mercado dará la primera orientación, ya que la demanda puede ser tan pequeña que solo justifique la instalación mínima, eliminándose cualquier otra posibilidad de solución.

La determinación del tamaño óptimo de la empresa está en función de los coeficientes mencionados con anterioridad, es relevante analizar para cada tecnología y alternativa de tamaño la variación de costos con el tamaño esto permitirá conocer el comportamiento de lo conocido en la literatura como economía de escala, es necesario determinar previamente si el tamaño con el que se logran los costos unitarios mínimos es aquel con el cual se logra una

máxima utilidad y rentabilidad o el máximo coeficiente de ventas a costos. Se tiene que el tamaño que hace mínimo el costo unitario es el mismo que hace máximo el cociente de ventas y rentabilidad esperada.

2. Metodología del AHP

Saaty, T. (1977, 1980, 1988, 2001, 2012), Ilbahar, E. et al. (2021), Chen, A. et al. (2023). Establecen que el proceso de Jerarquía Analítica (AHP), es una técnica para hacer conversiones, evaluaciones subjetivas de importancia relativa en un conjunto de pesos, es muy útil para hacer selecciones eficientes de un conjunto de alternativas que se tengan. Esta metodología puede ser usada de forma eficiente y eficaz para el desarrollo de medidas en entornos físicos o sociales en los casos en que las medidas físicas o estadísticas no se tienen disponibles.

Principios Básicos de (AHP)

Los problemas se descomponen identificando los factores que son importantes; Se hacen juicios comparativos sobre los elementos descompuestos del problema; Las medidas de importancia relativa se obtienen a través de pares, matrices de comparación que finalmente se recombinan en una calificación general de opciones.

El AHP identifica los factores importantes involucrados en la decisión. La siguiente etapa es organizar estos factores jerárquicamente. En la parte superior de la jerarquía esta la *meta*, esta consiste en seleccionar la alternativa más adecuada. El nivel inferior de la jerarquía consta de las opciones disponibles en el problema.

Saaty, T. (2001), Osorio, Gómez J.C., et al. (2008), para el análisis se establece que para una mejor comprensión del AHP es apoyándose en las funciones básicas descritas como:

Estructura de Complejidad. Se utiliza la estructuración jerárquica de los problemas en subproblemas homogéneos. Esto implica la descomposición del objetivo general en factores más simples, si se hace en esta jerarquización como una desagregación funcional, está orientada a que un problema puede descomponerse en subproblemas, los cuales están relacionados con el problema original, por lo que al dar solución al conjunto de subproblemas derivados se permite obtener la solución global del problema original. Medición de Escalas. Usando el AHP se pueden realizar mediciones de factores subjetivos y objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas. La existencia de una escala general le da flexibilidad. Síntesis. La solución obtenida a través del uso de esta metodología es enfocada en el sistema de análisis en general y la solución que se obtiene es para la totalidad del problema.

Los principios de (AHP) para su operación son:

Principio de Descomposición. Para dar solución a la complejidad, el AHP aplica una desagregación funcional al problema complejo, presentando el subconjunto de subproblemas jerárquicos con dependencias de acuerdo con el nivel de descomposición en que se encuentren. *Juicios Comparativos.* Se permite la realización de combinaciones en parejas de todos los elementos de un subgrupo. *Composición Jerárquica (Síntesis de Prioridades).* Se permite la producción de prioridades globales a través de las multiplicaciones de las prioridades locales, es decir que una vez que se tienen soluciones locales, estas son agregadas para la obtención de la solución general que se está buscando.

Esta metodología permite analizar y resolver problemas complejos multicriterio. El proceso requiere que un grupo de expertos proporcione evaluaciones subjetivas, respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios involucrados y después de esto deberá especificar su preferencia con respecto de cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. La respuesta y resultado del AHP da una jerarquización de prioridades que muestran la preferencia global para cada una de las alternativas que se involucrarán en la deci-

sión. En el AHP un problema es desagregado en subproblemas posteriormente se unen todas las soluciones de los subproblemas en una solución integral.

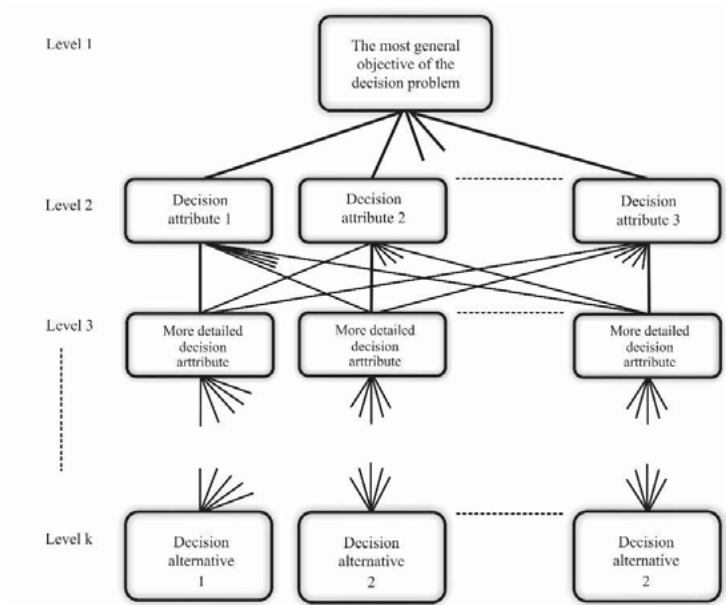
Estructura del (AHP)

De acuerdo con Almudena, C. (2013). Es dada como. *Representación Jerárquica*. Esta permite tener una visualización de todos los elementos que conforman el problema en estudio, su agrupación de acuerdo a su importancia e influencia en conjuntos a distintos niveles, entender las relaciones existentes entre ellos, así el efecto o el cómo cada elemento afecta a la totalidad del problema. Las jerarquías se dividen en dos grupos, *estructurales* y *funcionales*. El grupo de *estructurales* permite la organización de las partes constitutivas del problema en orden descendente de acuerdo con sus características estructurales, analizan la complejidad descomponiendo un elemento en grupos, estos a su vez en subgrupos y así sucesivamente. En el grupo de *jerarquías funcionales* se descomponen un elemento en sus partes constituyentes, de acuerdo con sus relaciones esenciales. Este tipo de jerarquías funcionales son lineales, estas son las empleadas en el proceso de análisis jerárquico en las que se puede descender o ascender de forma lineal de un nivel a otro.

En este tipo de análisis para un problema es adecuado que en la realización de la jerarquía participe un grupo interdisciplinario para que puedan aportar diferentes puntos de vista en la jerarquización y enfoques para la solución del problema. Los niveles mínimos que presenta una jerarquía de acuerdo con Saaty T. (2001), el proceso de decisión con AHP se puede descomponer en los siguientes 4 pasos esenciales o básicos: 1. La definición del problema y el tipo de conocimiento que se quiere obtener. 2. La estructuración del problema través de la descomposición jerárquica en subproblemas (criterios y subcriterios), que deben resolverse para arribar a una solución satisfactoria. Las alternativas se encuentran en el nivel más bajo de dicha jerarquía. 3. La construcción de matrices de comparación, en las que se cargan los juicios expertos mediante el método de comparación uno a uno con la escala sugerida del método. 4. La síntesis de cada una de las matrices y finalmente del modelo

completo para obtener la prioridad global de cada alternativa. El proceso de análisis se muestra en la fig. 1.

Figura 1. Proceso de Análisis



Fuente: Saaty T. (2001).

De acuerdo con Saaty, T. (1990). El AHP trata directamente con pares ordenados de prioridades de importancia, preferencia o probabilidad de pares de elementos en función un atributo o criterio común representado en la jerarquía de decisión. El AHP hace posible la toma de decisiones grupales a través del agregado de opiniones, tal que satisfaga la relación recíproca al comparar dos elementos. Cuando participa un grupo de expertos, cada uno de los integrantes elabora su propia jerarquía, y el AHP combina los resultados haciendo uso del valor promedio.

Las Prioridades. El AHP demanda al tomador de decisiones establecer una preferencia o prioridad con respecto a cada alternativa de decisión en términos de la medida en la que contribuya a cada criterio. Una vez que se tiene la información de la importancia relativa y las preferencias, se aplica el proceso matemático llamado *Síntesis*, esto para resumir la información y para proporcionar una jerarquización de prioridades de las alternativas, en términos de la preferencia global.

Para Hurtado, T. et al. (2005). las *Comparaciones* establecen la preferencia de los elementos, se determina cuando se basa en juicios sobre la importancia relativa que tiene un elemento sobre otro, al compararlo con un elemento del nivel superior. Para la *comparación* de importancia relativa de un elemento sobre otro, respecto a la prioridad, se emiten juicios de valor que se expresan de forma numérica. Estas equivalencias (juicio de valor-número), se determinan en la escala fundamental del AHP propuesta por Saaty como se muestra en la tabla # 1:

Tabla 1. Escala del AHP

Valoración	Preferencia
1	Igualmente preferible
2	Entre igualmente y moderadamente preferible
3	Moderadamente preferible
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible
5	Fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y muy fuertemente preferible
7	Muy fuertemente preferible
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible
9	Extremadamente preferible

Fuente: Saaty T. (1977).

Estructura de matriz de comparaciones pareadas

Sea una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios. Sea A una matriz ($n \times n$) donde $n \in \mathbb{Z}^*$. Sea a_{ij} el elemento (i,j) de A , para $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, n$. A es una matriz de comparaciones pareadas de (n) alternativas, si a_{ij} es la medida de preferencia de la alternativa en el renglón (i) cuando se le compara con la alternativa de la columna (j) . Cuando $i = j$ el valor de a_{ij} será igual a 1, este valor se da cuando se está comparando la alternativa consigo misma. Matricialmente es representada por:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Además, se cumple que $a_{ij} \times a_{ji} = 1$, por lo que:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \cdots & 1 \\ \frac{1}{a_{1n}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

El fundamento teórico está apoyado por:

Axioma 1. La condición de juicios recíprocos. Si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$

Axioma 2. Referente a la homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.

Axioma 3. Existe dependencia jerárquica en los elementos de los niveles consecutivos.

Axioma 4. Referida a las expectativas de orden de rango. Las expectativas deben estar representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

Los valores de A son establecidos tomando como base los valores de la escala de Saaty. El número de comparaciones a realizar para poner los valores de A se obtienen a través de:

$$\frac{(n \times n) - n}{2}$$

Donde n es el número de elementos comparados. Las casillas que quedan por debajo de la diagonal son los recíprocos de los valores simétricos con respecto a la diagonal de la matriz.

Proceso para la obtención de resultados

Una vez que se tiene la matriz de comparaciones pareadas se puede calcular lo que se llama prioridad de cada uno de los elementos que se comparan. A este proceso se le llama *sintetización*.

La obtención de prioridades se hace a partir de los juicios dados en la matriz de comparación ($m \times m$), para ello se usa un método de aproximación dado como:

1ª Etapa: la obtención de la matriz normalizada, para ello se suman los valores de cada columna y se divide cada casilla de la columna entre la sumatoria de esta, como se muestra en la siguiente matriz normalizada de A , se obtiene A' .

$$A' = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix}$$

2ª Etapa: se calcula el promedio de cada término de la matriz A' , del término (1) a (n). De esta forma se obtiene la matriz (W) de los pesos relativos, con frecuencia se coloca al lado derecho de la matriz A . Esta operación se hace por fila.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Dónde: w_1, w_2, \dots, w_n son las prioridades (promedios por fila).

Razón de consistencia (RC)

A través de este análisis se mide el nivel de consistencia, se calcula usando la siguiente ecuación.

$$RC = \frac{IC}{CA}$$

Donde:

RC: Razón de consistencia.

IC: Índice de consistencia.

CA: Consistencia aleatoria.

Por lo que:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

λ_{max} : Valor característico promedio.

n : Tamaño de la matriz.

Para el cálculo se multiplica $A \times W$, se obtiene una estimación de $\lambda_{max} \times W$, esto es $A \times W = \lambda_{max} \times W$, posteriormente se divide cada componente de $\lambda_{max} \times W$ por la parte correspondiente de W , obteniéndose $\lambda_{max} \times A$, después se promedian las estimaciones de λ_{max} para encontrar la estimación promedio de λ_{max} , con esta estimación se puede calcular (IC), haciendo uso de la consistencia aleatoria (CA), Saaty propone que este valor sea obtenido haciendo uso de la tabla # 2.

Tabla 2. Índice de CA.

NCC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CA	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.5

Fuente: Saaty T. (1980).

NCC = Número de elementos que se comparan; CA = Índice de consistencia aleatoria.

Cuando *RC* es bajo (< 10 %) implica que los resultados son consistentes, en caso contrario, el error en el resultado es mayor, por lo que en el análisis siempre se deberá buscar la consistencia.

En los problemas complejos de la vida real, estos se dan con un comportamiento dinámico y con altos niveles de incertidumbre, así como la existencia de un sin número de escenarios, criterios que en la mayoría de los casos se encuentran en conflicto, con una diversidad de actores, en especial, la imperiosa necesidad de incorporar una toma de decisiones eficiente y eficaz, esto orienta sus esfuerzos a la creación de escenarios más abiertos, flexibles y realistas, así como efectivos con respecto a los enfoques clásicos que hasta ahora se han usado en la solución de problemas.

Esto lleva a que incorporen nuevos enfoques teóricos que permitan orientar una toma de decisiones en la que se tengan las diferentes visiones de la realidad que puedan tener los diferentes actores involucrados en la solución del problema y en su toma de decisiones, con los valores fundamentales existentes en su entorno como lo son éticos, culturales, estéticos y sociales entre otros.

De acuerdo con Saaty, T. (1998) la metodología resultante debe ser simple en su construcción; adaptable a las decisiones grupales e individuales; en consonancia con los pensamientos del ser humano, valores e intuiciones; orientada a la búsqueda del consenso y que no se requiera de una exagerada especialización para su aplicación. El AHP es una teoría general sobre juicios y valoraciones que, basada en escalas de razón, permite una combinación de lo científico y lo racional con lo intangible para ayudar a sintetizar la naturaleza humana con lo concreto de las experiencias captadas a través de la ciencia,

la metodología de referencia permite la solución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de la toma de decisiones.

En lo referente a la representación de la realidad, comúnmente son usados criterios de orden jerárquico para la captación y generalización de la información existente en el sistema en análisis y en el mundo real. Además, son requeridas escalas de razón para la creación y análisis de datos derivados de los juicios e información estadística, lo que permite capturar la realidad percibida, la escala propuesta por Saaty para incorporar los juicios o valoraciones del decisor es estrictamente positiva, permite eliminar las ambigüedades que el ser humano tiene el comparar elementos en la proximidad del cero o el infinito.

Así mismo una teoría matemática de la medida comúnmente aplicada a la dominación de la influencia existente entre alternativas respecto a un criterio o atributo. La dominación puede ser *directa* o *indirecta*. Referente a la *directa*, se comparan los elementos por pares para determinar cuál de los dos posee una mayor intensidad de la propiedad o atributo considerado. Respecto a la *indirecta*, se comparan los elementos por pares, para determinar la dominación, respecto a la prioridad, de su influencia en un tercer elemento.

En el modelo de Saaty, se construye un modelo (estructura) en la que sean presentados todos los elementos que sean considerados relevantes en el proceso de solución, tal que sean incluidos actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias como se muestra en el método de Saaty:

Modelación → valoración → priorización → síntesis.

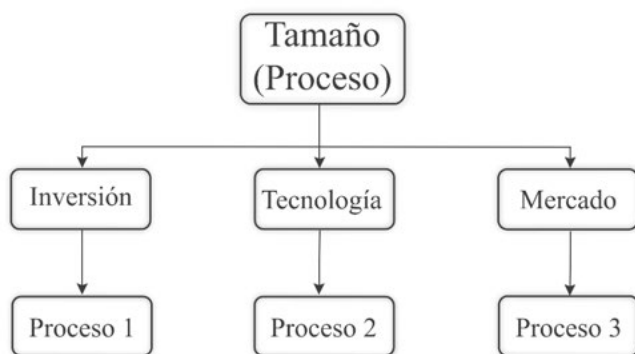
3. Análisis de caso

El análisis de caso a tratar en el presente trabajo está orientado a la determinación del tamaño de un invernadero tamaño industrial dedicado a la

producción de tomate (jitomate), en el caso la información usada en su valoración es hipotética el proceso metodológico es el AHP con la incorporación de criterios de lógica difusa lo que la hace una metodología mejorada para la valoración de casos reales.

Aquí los criterios que se involucran en el análisis son el *Inversión del Proceso, Tecnología y el comportamiento del mercado*, los cuales son considerados dimensiones relevantes que influyen significativamente en el logro del objetivo y presentan influencia para la toma de decisiones. El estudio está orientado a áreas geográficas que presentan el cumplimiento de la mayoría del conjunto de factores básicos locacionales que se involucran en un estudio de localización. Las alternativas propuestas están ubicadas en el Estado de Michoacán en México, estas son el Proceso 1, Proceso 2 y Proceso 3, los cuales tienen diferentes tamaños entre sí. Es claro que el inversionista tiene información suficiente y consistente relativa a la inversión del proceso, tecnología y el comportamiento del mercado, número de negocios similares situados en las mismas zonas de referencia, así como análisis de la competencia. Con estos elementos el decisor puede construir un modelo de jerarquías como el que se muestra en la Fig. 2.

Figura 2. Estructura del Diseño del Modelo del análisis de caso.



Fuente: elaboración propia.

4. Análisis usando teoría clásica

Para el caso se tiene la siguiente información:

Tabla 3. Matriz datos iniciales

LUGAR	INVERSIÓN (\$) en P.U.	TECNOLOGÍA	MERCADO
Tamaño 1	4	5	100
Tamaño 2	5	4	200
Tamaño 3	6	4	300

Fuente: elaboración propia.

La matriz de comparaciones pareadas para el caso está dada como se muestra a continuación. Esto implica que la tecnología es dos veces más importante que la inversión y el mismo nivel de comportamiento lo tiene el mercado de consumo.

Tabla 4. Matriz de Comparaciones Pareadas

CRITERIO	Inversión	Tecnología	Mercado
Inversión	1	1/2	2
Tecnología	2	1	2
Mercado	1/2	1/2	1
SUMA	3.5	2	5

Fuente: elaboración propia.

A partir de la matriz de comparaciones se obtiene la matriz normalizada haciendo el cociente de la suma entre los elementos de cada columna de igual forma el nivel de peso (W) como el promedio obtenido de cada fila, como se muestra a continuación.

Tabla 5. Matriz Normalizada

CRITERIO	I	T	M	W
Inversión	0.2857	0.25	0.4	0.3119
Tecnología	0.571	0.5	0.4	0.4903
Mercado	0.1429	0.25	0.2	0.1973

Fuente: elaboración propia.

Para la obtención de los elementos de λ se hace el producto de las matrices = elementos de λ como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Producto Matricial A*W= Elementos de λ .

CRITERIO	I	T	M	W= \bar{w}	λ_s
Inversión	1	1/2	2	0.3119	0.9517
Tecnología	2	1	2	0.4903	1.5087
Mercado	1/2	1/2	1	0.1973	0.5985

Fuente: elaboración propia.

Para el caso, la forma de cálculo de λ_i es:

$$\lambda_i = \frac{\lambda_s}{\bar{w}}$$

Por lo que el cálculo de las λ_s es: $\lambda_1 = \frac{0.9517}{0.3119} = 3.0513$; $\lambda_2 = \frac{1.5087}{0.4903} = 3.0771$; $\lambda_3 = \frac{0.5985}{0.1973} = 3.0335$

Para ello el λ usado para el análisis será expresado como el promedio de los λ_s incorporados en el análisis, por ello $\lambda=3.0540$.

Para el cálculo del índice de consentimiento IC , se hace uso de la ecuación.

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Donde n es el tamaño de la matriz, para el caso es de 3, por lo que:

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{3.0540 - 3}{2} = 0.0270$$

El Coeficiente Aleatorio tomado de la tabla # 2, se tiene que $CA=0.58$, por ello la Razón de Inconsistencia de la matriz es:

$$RI = \frac{IC}{CA} = \frac{0.0270}{0.58} = 0.0466 = 4.66\%$$

Si $RI < 10\%$ la matriz A es consistente, si esto ocurre se continua con el análisis para la toma de decisiones como se muestra. Para ello se usará.

Tabla 7. Matriz de Datos Iniciales

LUGAR	INVERSIÓN (\$) en P.U.	TECNOLOGÍA	MERCADO
Tamaño 1	4	5	100
Tamaño 2	5	4	200
Tamaño 3	6	4	300
Total	15	13	600

Fuente: elaboración propia.

Para la toma de decisión se usará la Matriz Normalizada de la tabla 7, y de ella para cada caso, se hará la suma por cada fila (opción de tamaño) como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Matriz Normalizada

LUGAR	INVERSIÓN (\$) en P.U.	TECNOLOGÍA	MERCADO
Tamaño 1	0.2667	0.3846	0.1667
Tamaño 2	0.3571	0.3077	0.3333
Tamaño 3	0.4	0.3077	0.5

Fuente: elaboración propia.

Para la toma de decisión la matriz anterior se hace la operación W por el valor de cada columna de la matriz normalizada de la tabla # 8, posteriormente se hace la suma de elementos por fila para obtención de la decisión a tomar.

Tabla 9. Matriz para la Toma de Decisión

LUGAR	INVERSIÓN (\$) en P.U.	TECNOLOGÍA	MERCADO	DECISIÓN	%
W	0.3119	0.4903	0.1973		
Tamaño 1	0.0832	0.1886	0.0329	0.3047	30.47
Tamaño 2	0.1114	0.1509	0.0658	0.3281	32.81
Tamaño 3	0.1248	0.1509	0.0987	0.3744	37.44

Fuente: elaboración propia.

Por ello en términos porcentuales el tamaño 3 que representa el nivel de importancia del 37.44 %, por lo que es el tamaño de proceso recomendado para la planta productora de jitotote.

Evaluación en la incertidumbre

Para Kaufmann, A., Gil-Aluja, J. (1986, 1987), Gil-Aluja, J. et al. (2005), Kaufman, A., Gil, J., Terceño, A. et al. (1994), el azar, aleatoriedad, estocástico y la suerte, son palabras ligadas de forma más o menos explícita en la teoría de probabilidades, el azar es la incertidumbre medible con la ayuda del

concepto de probabilidad. En el presente trabajo, se hace uso de cálculo de la media de la media de un número borroso triangular para cada uno de los coeficientes involucrados en el análisis de caso, para ello se consideran (n) observadores (expertos), donde n es finito para un mismo objeto, cada uno de ellos proporciona una estimación a través de un número borroso ($\tilde{A}_i; i = 1, 2, \dots, n$) a cada uno de los conceptos involucrados en el análisis, lo que constituye su sensación frente al objeto de análisis. El conjunto de los \tilde{A}_i tomados de una misma referencia constituye un *haz de números borrosos*. Al que se le calcula la media de medias para representarlo como un número nítido como se indica $NBT = [a, b, c]$; asignado a cada elemento en el análisis, el cálculo de la media de medias obtenida del conjunto de la apreciación del panel de expertos que participan en el análisis es:

$$M = \left[\frac{\bar{a}_i}{n} + \frac{\bar{b}_i}{n} + \frac{\bar{c}_i}{n} \right] = [\tilde{x}_a + \tilde{x}_b + \tilde{x}_c]; i = 1, 2, \dots, n$$

Dónde: (M) es la media de medias de las medias del límite inferior, central y superior de un número borroso triangular (NBT).

Para el análisis se admite que la objetividad de un número de 5 de observadores (expertos), por ello es interesante la búsqueda de un número borroso que pueda representar, de la mejor forma posible el *haz de números borrosos*. De esta forma se pasará de una conceptualización subjetiva a una objetiva. Para el caso de análisis se puede aceptar el cálculo de la media de medias de un número borroso como representativo para el análisis Kaufmann, A., Gil, Aluja J. (1986, 1987), González-Santoyo, F. et al. (1995, 2003, 2010, 2011, 2017, 2023), para el caso se considerará el mismo peso de cada observador (experto), Francisco, Alonso Fernández (2019), Peregrin, Rubio Antonio (2000). Otra forma aceptada a considerar es el de defusificación de números borrosos para obtención de los coeficientes a usar en el cálculo del análisis en cuestión, lo que representa la misma orientación y criterio de cálculo que el usado en el trabajo, este tipo de orientaciones será la base para encontrar las mejores con-

diciones de la determinación del tamaño de los invernaderos de interés en el presente trabajo, que orienten sus esfuerzos a obtener y seleccionar de mejor forma las condiciones de operación con altos niveles de eficiencia operativa, bajo costo de operación y mejores niveles de generación de riqueza, Gabriel, Villa, et al. (2021).

Para el análisis difuso se tiene, la matriz original expresada en NBT:

Tabla 10. Datos originales expresados como NBT y su defuzificación.

CRITERIO	1	2	3	(1)	(2)	(3)
1	(0.9,1,1.1)	(0.49,0.5,0.51)	(1.9,2,2.1)	1	0.5	2
2	(1.9,2,2.1)	(0.9,1,1.1)	(1.9,2,2.1)	2	1	2
3	(0.49,0.5,0.51)	(1.9,2,2.1)	(0.9,1,1.1)	0.5	0.5	1
Suma				3.5	2	5

Fuente: elaboración propia.

Nota: (1) Inversión, (2) Tecnología, (3) Mercado.

Siguiendo el criterio citado con anterioridad para la defuzificación, se obtiene, de igual forma siguiendo el criterio de cálculo citado en el análisis clásico se obtiene la tabla de datos normalizada:

Tabla 11. Defuzificación

CRITERIO	1	2	3
1	1	0.5	2
2	2	1	2
3	0.5	0.5	1
Suma	3.5	2	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Matriz Normalizada, presentación como número nítido

CRITERIO	I	T	M	W
I	0.2857	0.25	0.4	0.3119
T	0.571	0.5	0.4	0.4903
M	0.1429	0.25	0.2	0.1973

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Producto Matricial A*W= Elementos de λ .

CRITERIO	I	T	M	W=	λ_s
I	1	1/2	2	0.3119	0.9517
T	2	1	2	0.4903	1.5087
M	1/2	1/2	1	0.1973	0.5985

Fuente: elaboración propia.

Para el caso el λ usado para el análisis será expresado como el promedio de los λ_s incorporados en el análisis, por ello $\lambda = 3.0540$; $IC = 0.0270$; $CA = 0.58$, por lo que la razón de inconsistencia será $RI = 0.0466 = 4.66\%$, lo que cumple que si $RI < 10\%$ se puede continuar con el análisis para la toma de decisiones.

Tabla 14. Matriz de datos iniciales

LUGAR	INVERSIÓN	TECNOLOGÍA	MERCADO
Tamaño 1	(0.9,1,1.1)	(0.49,0.5,0.51)	(1.9,2,2.1)
Tamaño 2	(1.9,2,2.1)	(0.9,1,1.1)	(1.9,2,2.1)
Tamaño 3	(0.49,0.5,0.51)	(1.9,2,2.1)	(0.9,1,1.1)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Matriz de números nítidos.

LUGAR	INVERSIÓN	TECNOLOGÍA	MERCADO
Tamaño 1	1	0.5	2
Tamaño 2	2	1	2
Tamaño 3	0.5	0.5	1
Total	3.5	2	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Matriz Normalizada.

LUGAR	INVERSIÓN	TECNOLOGÍA	MERCADO
<i>W</i>	0.3119	0.4903	0.1973
Tamaño 1	0.2857	0.25	0.4
Tamaño 2	0.571	0.5	0.4
Tamaño 3	0.1429	0.25	0.2

Fuente: elaboración propia.

Para la toma de decisión el valor por columna de la tabla anterior multiplicarlo por el valor de (*W*), posteriormente sumando por fila los valores se obtiene el indicador de decisión en la tabla siguiente.

Tabla 17. Decisión

LUGAR	INVERSIÓN (\$ en P.U.	TECNOLOGÍA	MERCADO	DECISIÓN	%
<i>W</i>	0.3119	0.4903	0.1973		
Tamaño 1	0.0832	0.1886	0.0329	0.3047	30.47
Tamaño 2	0.1114	0.1509	0.0658	0.3281	32.81
Tamaño 3	0.1248	0.1509	0.0987	0.3744	37.44

Fuente: elaboración propia.

Por ello en términos porcentuales el tamaño 3 representa el nivel de importancia del 37.44%, por ello es el tamaño recomendado para el invernadero productor de jitomate.

Conclusiones

Del análisis realizado, para la determinación del tamaño de una empresa haciendo uso de la metodología de Saaty (1977,2012) con información determinística (bien comportada) y en la incertidumbre (Lógica Difusa), implica que al tener los invernaderos seleccionados en tamaños óptimas los hará más

eficientes, eficaces y competitivos en el mercado local, regional, nacional e internacional en el área económica que tiene relación, además a los inversionistas, les permitirá hacer mejores niveles de negocio.

Para el análisis con información bien comportada y considerada determinística se elige el proceso 3 como el *Tamaño Óptimo* con un nivel de preferencia del 37.44 %. Por ser el mejor con respecto a los otros dos procesos en comparación. Para el caso de análisis en la incertidumbre la decisión es coincidente con la teoría clásica, para este caso con un nivel de preferencia del 37.44 %. El análisis en la incertidumbre hace más baja la banda del riesgo y da más seguridad ante futuras contingencias del mercado. En la presente investigación, se concluye que esta metodología puede ser usada para la comparación de los n procesos que es posible encontrar en el mercado como procesos continuos, semi-continuos e intermitentes, este tipo de análisis permitirá tener más eficiencia y eficacia para la selección de tamaño de procesos, si le es incorporada información incierta (fuzzy logic), lo que llevará al inversionista a tomar decisiones más eficientes y eficaces.

Bibliografía

- Almudena, C. (2013). La decisión multicriterio. Aplicación en la selección de ofertas competitivas en edificación. *Reporte técnico*. España.
- Chen, A., & Liu, Y. (2023). Optimizing sustainable biomass-coal co-firing power plant location problem under ambiguous supply. *Computers & Industrial Engineering*, 109401. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109401>
- Francisco-Alonso, Fernández (2019). Relación entre los métodos de inferencia difusa y la programación lógica multiadjunta. *Universidad de Cádiz*. España.
- Gabriel, Villa, Sebastián, Lozano, Sandra, Redondo (2021). Data Envelopment Analysis Approach to Energy-Saving Projects Selection in an Energy Service Company. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math9020200>.

- Gil Aluja, J., González-Santoyo, F., Flores-Romero B. (2005). Techniques and Methodologies for Modelling and Simulation of Systems. *AMSE, UMSNH, FeGoSa-Ingeniería Administrativa*. México.
- González-Santoyo, F. (1985). Los proyectos en la industrialización forestal. *Editorial Universitaria de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. Morelia México.
- González-Santoyo, F. (1995). Planeación de la producción jerárquica empleando técnicas de descomposición. *Tesis Doctoral (Dr. Ing. – Investigación de Operaciones)*. *Fac. de Ingeniería UNAM*. México.
- González-Santoyo, F., Flores-Romero B., Alfaro, C.G., Chagolla-Farías M. (2003). Determinación del Tamaño de Empresas en la Certeza e Incertidumbre. *Emergent Solutions for the Information and Knowledge Economy. 10 SIGEF* León España. Pp.311-322. ISBN:84-9773-071-2. Vol 1.
- González-Santoyo, F, Flores-Romero B., Gil-Lafuente, A.M. (2010). Modelos y Teorías para la Evaluación de Inversiones Empresariales. *Fegosa-Ingeniería Administrativa S.A. de C.V., IAIDRES, UMSNH*. México.
- González-Santoyo, F, Flores- Romero, B., Gil-Lafuente, A.M. (2011). Procesos para la Toma de Decisiones en un entorno Globalizado. *Editorial Universitaria Ramón Areces*. España.
- González-Santoyo, F., Flores, B., & Gil -La Fuente, A. M. (2017). Fuzzy Logic in The Design Of Public Policies: Application Of Law. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 51(2), 1-13. <https://ecocyb.ase.ro/index.htm>, URL: <http://hdl.handle.net/2445/125401>.
- González-Santoyo F, Flores-Romero B., Chávez-Rivera R. (2023). Location of Sustainable Companies in Certainty and Uncertainty. *XXII SIGEF Congress: Methods for the Analysis of Socioeconomic Uncertainty in the Post-Covid Era*. Elche Spain.
- Hurtado, T. *et al.* (2005). El proceso de análisis jerárquico AHP como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. *Tesis digitales UNMSM*. URL: <http://hdl.handle.net/2445/125401>.

- Ilbahar, E., Kahraman, C., & Cebi, S. (2021). Location selection for waste-to-energy plants by using fuzzy linear programming. *Energy*, 234, 121189. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121189>.
- Kaufmann A., Gil Aluja J, Terceño Gómez A. (1994). Matemática para la Economía y la Gestión de Empresas. *Vol I. Aritmética de la Incertidumbre. Ediciones Foro Científico*. Barcelona.
- Kaufmann, A., Gil, Aluja J. (1986). Introducción a la Teoría de los Subconjuntos Borrosos en la Gestión de las Empresas. *Ed. Milladoiro*. España.
- Kaufmann, A., Gil, Aluja J. (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre. *Hispano Europea*. España.
- Osorio, Gómez J.C. Orejuela, Cabrera J.P. (2008). *Scientia et technica. Año XIV, No. 39. Universidad Tecnológica de Pereira*. Colombia.
- Peregrin, Rubio Antonio (2000). Integración de operadores de implicación y métodos de defuzzificación en sistemas basados en reglas difusas. Implementación, análisis y caracterización. *Universidad de Granada – Tesis Doctoral*. España.
- Saaty, T. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process. *Mc Graw Hill*. New York.
- Saaty, T., Rogers, P. y Pell, R. (1988). Portfolios selection through hierarchies. *Journal of portfolio management*. <https://doi.org/10.3905/jpm.1980.408749>.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I).
- Saaty T. (1998). Método analítico jerárquico (AHP): Principios básicos. En evaluación y decision multicriterio. Reflexiones y experiencias. *Editorial Universidad de Santiago*.

Saaty, T. (2001). The seven Pillars of the analytic hierarchy process. *University of Pittsburgh*.

Saaty, T. L. & Vargas, L. G. (2012). The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process. *International Series in Operations Research & Management Science, in: Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, edition 2, chapter 0, 23-40, Springer. Handle: https://10.1007/978-1-4614-3597-6_2.

LA ANTROPOGÉNICA DESTRUCCIÓN IRREVERSIBLE DE LA TIERRA

Dr. Jean Askenasy

*Miembro de Barcelona Economics Network de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

El planeta Tierra se formó hace unos 4540 millones de años y las primeras formas de vida aparecieron 1000 millones de años después. Durante los últimos 2,5 millones de años, la era del Pleistoceno, la megafauna (mamuts, dinosaurios y reptiles gigantes) se extinguió y aparecieron los primates homínidos. Más recientemente, en la era del Antropoceno, los homínidos abandonaron África e invadieron todos los continentes del planeta.

Hasta hace 8.000 años, los 5 millones de Homo Sapiens de la Tierra disfrutaban de un ecosistema saludable. Hasta ese momento, el equilibrio armónico natural del ecosistema era capaz de asegurar una vida saludable a 5 millones de seres humanos. Después de ese tiempo histórico, la multiplicación de humanos en la tierra ha causado gradualmente un “ecosistema disarmónico”. Hoy, este ecosistema disarmónico ha reemplazado al anterior.

Hoy mueren unas 150.000 personas y nacen 385.000 cada día. Este aumento de 235.000 humanos por día lleva a un crecimiento exponencial de casi 86 millones de personas por año. El ecosistema se ha vuelto incapaz de mantener un equilibrio equilibrado y armónico entre la población de Homo Sapiens y los recursos de la Naturaleza. La vida animada (fauna e flora) e inanimada del planeta se ha visto gravemente afectada por contaminación (basura en la tierra y en los océanos), deforestación, agua potable insuficiente, pérdida de biodiversidad, aumento del agujero de ozono, aumento de 2 grados centígrados en la temperatura, derretimiento de glaciares, aumento del nivel del mar, migración de personas y aumento de la densidad de población humana. Los desastres climáticos serán tan extremos que las personas no podrán adaptarse.

Los componentes básicos del sistema de la Tierra serán fundamental e irrevocablemente alterados.

Veamos el ítem, “aumento en la densidad de población humana”.

En 1798, en su libro *Ensayo sobre el principio de la población*, Malthus escribió: “la población crece en progresión geométrica, mientras que los medios de subsistencia aumentan en progresión aritmética”.

Tenemos la suerte de que la vida de cada flora y fauna individual es transitoria. De lo contrario, la existencia de toda la vida en el planeta se habría detenido hace mucho tiempo.

Los científicos están tratando de extender la longevidad humana. Esto acortará la existencia de las partes animada e inanimada del planeta. Esta destrucción antropogénica irreversible del planeta comenzó hace 8.000 años.

Veamos un segundo factor de la destrucción irreversible del planeta, su “temperatura”.

Kemp et al. (2022) predicen un calentamiento de 3°C para el año 2100. Las consecuencias serán irreversibles e impredeciblemente catastróficas (Steffen et al., 2018; Román-Palacios & Wiens, 2020). Estudios más pesimistas predicen que la temperatura media mundial aumentará entre 1,1 °C y 5,4 °C para el año 2100 (Friedlingstein & Prentice, 2010; Meier et al., 2012).

El aumento de la temperatura influye en la determinación del sexo (Rhen & Schroeder, 2017), el metabolismo (Schulte, 2015) y varias propiedades biofísicas de las células, como la fluidez de la membrana (Fan & Evans, 2015) y la permeabilidad iónica (Lamas et al., 2019). Con respecto a las neuronas cerebrales, las temperaturas elevadas dan como resultado cambios en el potencial de membrana en reposo, en la generación de potenciales de acción y en la velocidad y duración de la propagación del potencial de acción (Buzatu, 2009).

La neurociencia señala que se producirán importantes impactos dramáticos en los procesos de liberación de vesículas sinápticas y en los mecanismos presinápticos de plasticidad neural (Katz & Miledi, 1965; Micheva & Smith, 2005). Modifica una variedad de procesos neurobiológicos que incluyen la transducción sensorial, los reflejos motores, la locomoción, el aprendizaje y la memoria (Vornanen, 2017). El aumento de la temperatura provoca un desequilibrio de la conductancia inhibitoria y excitatoria que conduce a la fuga de la membrana y al “choque” o disfunción del circuito rítmico de nuestro cuerpo (Stein & Harzsch, 2021).

El aprendizaje y la función cognitiva también sufren cambios dependientes de la temperatura (Taylor et al., 2016; Khan et al., 2021; Park et al., 2021).

El pez cebra (revisado en Soravia et al., 2021) expuesto durante un período prolongado a temperaturas de 2 °C por encima de su temperatura máxima voluntaria provoca un comportamiento de evitación (Rey et al., 2015). La temperatura alta provoca un interés reducido en entornos novedosos y un rendimiento cognitivo deteriorado.

En las pruebas de comportamiento del laberinto en Y, se produce una regulación negativa de las proteínas y la transmisión sináptica (Toni et al., 2019).

Síndrome de Disfunción ECO (EDS)

Además de la epidemia de Corona, el Homo Sapiens debe enfrentar una nueva enfermedad llamada Síndrome de Disfunción ECO (EDS). Su aparición simultánea hizo que sus síntomas fueran incluidos en el cuadro clínico de Corona. La Asociación Estadounidense de Psicología está especialmente preocupada por un síntoma de la enfermedad EDS que ellos llaman “miedo crónico”.

Esta nueva enfermedad está afectando a millones de personas en la tierra. Su sintomatología, fisiopatología y bioquímica se basan en 2 procesos: homeostasis y alostasis.

Claude Bernard (1813-1878), el fundador de la fisiología experimental moderna, escribió: “los sistemas biológicos tienden a mantener la estabilidad mientras ajustan su ambiente interno (milieu intérieur) al ambiente externo (condiciones del ecosistema).

Walter Bradford Cannon (1871-1945) acuñó el término “Respuesta de lucha o huida” y amplió la teoría de Claude Bernard al introducir el concepto de homeostasis. La homeostasis interna de un cuerpo humano se adapta al ecosistema, al mundo externo. Si el ecosistema cambia continuamente, la adaptación tiene que ser continua para mantener la homeostasis. El período entre dos estados homeostáticos se llama alostasis.

Los cambios severos del nuevo ecosistema han provocado una sobrecarga alostática interna debido a los efectos acumulativos de 9 factores en cambios permanentes y progresivos. El estado de homeostasis fue reemplazado por una “sobrecarga de alostasis” permanente o “estabilidad a través del cambio”. Estos factores ecosistémicos son crónicos y tienen una intensidad progresiva que impone una sobrecarga permanente.

La “Sobrecarga Alostática” se expresa por la sintomatología compleja de estos 9 factores del Síndrome de Disfunción ECO: ansiedad, estrés, trastornos del sueño, dolor de cabeza, nerviosismo, conciencia, regulación emocional, agresión y violencia.

Un síndrome separado llamado “Solastalgia” es la melancolía o la enfermedad del hogar que experimentan las personas cuando se separan de un hogar amado debido a las condiciones del ecosistema.

Esta inestabilidad permanente y progresiva implica un continuo reajuste de todos los parámetros hacia nuevos puntos de ajuste de los mediadores, estresores, hormonas, vasopresina, orexina, neuropéptido Y, nocicepción, enzimas del sistema nervioso autónomo y citocinas proinflamatorias. Todos estos procesos explican la carga alostática permanente y el sustrato fisiopatológico disarmónico.

Algunos síntomas suelen expresarse con el prefijo eco-, como eco-ansiedad, eco-insomnio o eco-cefalea. El tratamiento de esta nueva enfermedad requiere de la concientización, obteniendo una comprensión profunda del mundo que posibilite la percepción y exposición de las contradicciones sociales y políticas percibidas.

Gracias!

TOMA DE DECISIONES BAJO LA INCERTIDUMBRE. UN ENFOQUE DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS MERCADOS FINANCIEROS

Dr. Petre Roman

*Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

La realidad no nos es dada; debe ser descifrada: ya sean reglas, o costumbres, o mentalidad colectiva, ya sea por casualidad.

Si nos conformamos con no saber de qué ha nacido la realidad que hoy vivimos, debemos conformarnos también con el hecho de que no la comprenderemos. Tomar decisiones en un marco unidisciplinario ignora la realidad de la complejidad de los sistemas, naturales o sociales.

Fenómeno aleatorio (azar)

La gente siempre ha tratado de hacer predicciones; son necesarias y útiles, pero muy a menudo cometen errores evidentes, que tienen consecuencias negativas en la toma de decisiones. El hecho no debe molestarnos ni alarmarnos. Los errores de predicción son en algunos casos, no pocos, inevitables, porque el mundo mismo es impredecible, sujeto al azar (*randomness* en inglés).

El azar (aleatoriedad) es una propiedad de la naturaleza.

Einstein, ante la revolución de la construcción cuántica del mundo regida por el principio de incertidumbre de Heisenberg, exclamó: “¡Dios no juega a los dados con el universo!”. Resultó que desafortunadamente estaba equivocado, y Stephen Hawking lo expresó metafóricamente: “Dios no solo juega a los dados, sino que los tira donde no podemos verlos”.

Lo que vemos y experimentamos, en nuestro entorno, nace de la interacción entre reglas (norma) y aleatoriedad. Si, y sólo si, la aleatoriedad se combina con las reglas, ocurren los fenómenos naturales tal como los conocemos. En la sociedad, las cosas suceden de la misma manera.

Un ejemplo de imprevisibilidad se puede encontrar en la política anti-inflacionaria. Los bancos centrales ciertamente están obligados a utilizar los aumentos de las tasas de interés como su principal política antiinflacionaria. Si no elevan la tasa lo suficientemente alto, la inflación puede perder cualquier ancla y convertirse en permanente (enraizado). La consecuencia sería que las tasas de interés serían aún mayores, el crecimiento económico sufriría un impacto aún mayor y el nivel de vida mucho peor. Por otro lado, una política monetaria excesiva, tanto en tamaño como en velocidad, y fuera de fase dado que todos los países desarrollados tienen bancos centrales fuertes, puede generar una recesión prolongada. Si la inflación se mantiene alta a pesar de la intervención de los bancos centrales, ellas seguirán endureciendo la política monetaria. Sin embargo, la consecuencia podría ser una recesión mundial (este año 2023, por ejemplo) y crisis financieras en las economías en desarrollo. Queremos tener mucho cuidado con los efectos que se extienden a todo el mundo, pero ¿dónde está el punto de equilibrio, si es que existe? No sabemos. No lo sabremos hasta que termine la batalla entre las tasas de interés más altas y los efectos negativos sobre el crecimiento económico. Una solución está fuera de la política monetaria: reducir el consumo y aumentar la producción. Pero estamos de nuevo en una ecuación incierta. ¿Cuánto y por qué medios?

La definición de azar avanzada por von Mises es la incapacidad de encontrar un sistema que nos permita hacer una predicción sobre el lugar en una secuencia (una cadena) donde ocurrirá una determinada situación particular (observación) sin un conocimiento previo de toda la secuencia. En otras palabras, una secuencia es aleatoria si no existe una regla o ley que la produzca; cada paso es completamente independiente de los pasos anteriores. El orden y la previsibilidad nacen (forman y existen) de las reglas; el azar y la imprevisibilidad nacen de la falta de reglas. La aleatoriedad puede surgir de programas

y procedimientos irreversibles, que no nos permiten llegar a reglas. No es solo la ausencia de reglas lo que genera aleatoriedad. Esta matriz representa una primera forma de aleatoriedad.

Otro tipo de aleatoriedad es el caos generado por la sensibilidad de los sistemas a pequeñas fluctuaciones en las condiciones iniciales; ellas amplifican lo suficiente como para dominar la evolución del sistema. Aquí la imprevisibilidad proviene de la incapacidad de tener una precisión infinita para determinar las condiciones iniciales o el poder de computación infinito.

También existe un tercer tipo de aleatoriedad, cuando se introduce explícitamente en las reglas básicas del sistema. Es la situación en la que existe un determinado componente externo del entorno. Los “agentes” que no rinden cuentas afectan continuamente al sistema a través de sus acciones. Este azar es un ensayo estocástico. Su matemática es un análisis estadístico que no sale de una razón de ser (no sale de lo que se podría tener en cuenta). De hecho, el término proviene del griego antiguo, *στοχαστης*, que se refiere a una persona que aprende algo sobre el futuro o sobre cosas ocultas por medios que no se basan en la razón.

La incertidumbre en la vida real

¿Cuál es la conexión con la vida real? El evento (accidente) ocurre cuando:

- 1) no sabemos cómo funcionan las cosas (no conocemos las reglas);
- 2) no prestamos toda la atención y, por lo tanto, no calculamos con la precisión necesaria;
- 3) interactuamos con personas que afectan nuestras propias vidas.

Nótese que esta tabla incluye la aleatoriedad previamente definida en los tres tipos: ausencia de reglas, sensibilidad a las condiciones iniciales y complejidad externa. Cualquiera que sea el mecanismo que genera la aleatoriedad,

hay una variedad de conjuntos infinitos detrás de él. Ya sea la ausencia de conocimiento infinito, poder infinito o la interacción de un número infinito de agentes.

Entre el choque y el caos

El surgimiento del fenómeno impredecible genera confusión y una gran incertidumbre, y la toma de decisiones debe constituirse en un amplio y complejo cuadro de pensamiento. Bertrand Russell: “La incertidumbre, en presencia de miedos y esperanzas vivos, es dolorosa, pero la debemos soportar... Aprender a vivir sin certidumbre y sin embargo no dejarnos paralizar por la vacilación es quizás lo más importante”.

Ante una decisión de cambio estructural (por ejemplo, financiar energías renovables o gravar las emisiones de carbono por encima de un determinado nivel), lo más importante, si no todo, es elegir el momento adecuado. Demasiado pronto significa una adaptación abrupta, es decir, un shock. Demasiado tarde significa altos costos de transición que generan caos. Por supuesto, la elección se basa en la experiencia, pero a menudo también en el talento y la intuición.

La ventana de predecibilidad es diferente de una situación a otra. El pronóstico del tiempo es prácticamente preciso durante 24 horas, y dentro de eso la ventana de previsibilidad es de 10 minutos para la intensidad de la lluvia y una hora para la velocidad del viento.

Todos los sistemas físicos se comportan igual: son predecibles a corto plazo e impredecibles a largo plazo. Incluso en un evento considerado impredecible, como el lanzamiento de los dados, un estudio experimental basado en imágenes de cámaras de alta velocidad reveló que la trayectoria de los dados es predecible para una ventana de aproximadamente 0,1 segundos. Este hecho nos ayuda a desarrollar una percepción unificada de todos los fenómenos naturales y abandonar la dicotomía de azar vs. determinista. El

azar y la previsibilidad (es decir, la regla) coexisten y son intrínsecos a los sistemas naturales.

La conclusión es que los sistemas naturales son tanto aleatorios como deterministas, la diferencia siendo el de la escala temporal y del horizonte temporal. Así, la incertidumbre de los procesos geofísicos puede ser tanto aleatoria como conforme a los elementos del conocimiento (reglas), es decir, epistémica. De hecho, teóricamente, podríamos conocer perfectamente las condiciones iniciales así como las ecuaciones de movimiento y así especificar la evolución de un fenómeno con precisión. En la práctica, sin embargo, esto es imposible: pequeñas variaciones de las condiciones iniciales o factores externos o la propia falta de un modelo de cálculo, generan aleatoriedad.

Imprevisibilidad significa la falta de información absolutamente completa.

La información es tan fundamental para la vida como la energía.

Impone límites a la acción y la planificación, pero no al pensamiento.

Tomar decisiones significa superar la incertidumbre. Esto se logra a través de un amplio cuadro de pensamiento.

Las decisiones bajo riesgo e incertidumbre no son lineales. No obedecen a una regularidad, a una secuencia lineal de lógica inductiva, porque se aplican en sistemas dinámicos, que no son lineales.

Bajo el efecto de la incertidumbre una decisión racional no es necesariamente correcta.

La capacidad de pensar racionalmente no es igual a la inteligencia. Una capacidad cognitiva, como la inteligencia, no es lo mismo que la capacidad

decisiva para emitir juicios correctos en la vida real. Por ejemplo, el de evaluar correctamente la información. También es de particular importancia la capacidad de una persona para romper con su propensión intuitiva, lo que puede llevar a conclusiones falsas.

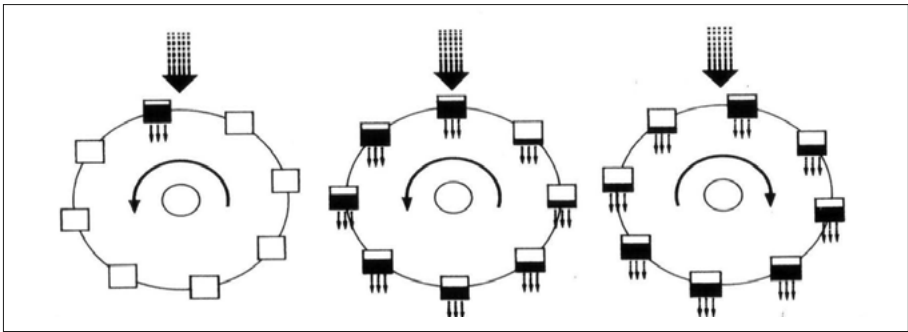
Imprevisibilidad en el entorno natural.

En 1900, cinco años antes de que apareciera la teoría de la relatividad, Henri Poincaré tuvo una intuición brillante: “Una causa muy pequeña que escapa a nuestra atención es capaz de determinar un efecto considerable... Un fenómeno es predicho cuando está regido por leyes. Pero no siempre es así; puede suceder que pequeñas diferencias en las condiciones iniciales produzcan diferencias muy grandes en el fenómeno final. Un pequeño error en el primero produce un error enorme en el segundo. La predicción se vuelve imposible”.

Todo da un giro completamente inesperado a través de los trabajos de Edward Lorenz. La imprevisibilidad y la teoría del caos que la explica son destacadas por primera vez por el resultado de Lorenz en 1963. Estudió con un sistema de ecuaciones muy simplificado, el calentamiento básico de una capa de aire y el movimiento resultante. Esta experiencia simuló esencialmente lo que sucede con el movimiento del aire en la atmósfera. Usando una computadora, muy primitiva para nosotros hoy, descubrió que pequeños errores, considerados insignificantes, en los datos de entrada resultaron catastróficos. Saca la conclusión, no aceptada por la comunidad científica durante más de diez años, de que predecir el estado del tiempo a largo plazo está condenado al fracaso porque es imposible.

Es lo que hoy conocemos como el “efecto mariposa”: los errores y las incertidumbres se multiplican en cascada y finalmente alcanzan la turbulencia en toda regla. La primera etapa de la teoría del caos es esta dependencia muy sensible de las condiciones iniciales. El “demonio” está en la no linealidad de las ecuaciones de movimiento de fluidos (las ecuaciones de Navier-Stokes). Produce un caos matemático que simula la realidad natural.

El mismo Lorenz demuestra cómo un modelo físico bien conocido por todos nosotros es un modelo de no linealidad. Se trata de la rueda hidráulica (figura 1) El agua cae regularmente desde la parte superior a la rueda. Si el flujo de agua es lento, la copa superior no se llena lo suficiente para superar la fricción y la rueda no gira. Cuando la caña es más rápida, el peso de la copa pone a la rueda en un movimiento que continúa de forma permanente y regular.



Pero si la caña se acelera, la rotación se vuelve caótica debido a efectos no lineales en el sistema. Lorenz descubrió que durante un período más largo, el movimiento de rotación puede invertirse y luego nunca volver a un movimiento permanente. Por lo tanto, no hay un patrón predecible. Fue una auténtica revolución en la aproximación teórica de los fenómenos naturales. En resumen, la nueva teoría propone el peligro como solución.

Para comprender la imprevisibilidad, sugiero que utilicemos la idea de la filosofía dualista que rige la física moderna en la actualidad.

El conocimiento de la naturaleza se divide en dos categorías: hechos y probabilidades. Podemos registrar los hechos del pasado. Son observaciones del mundo real, de estados de la naturaleza, que podemos medir. Sin embargo, estos registros no nos permiten hacer predicciones confiables. Ellos nos indican probabilidades sobre lo que puede suceder en el futuro.

Un ejemplo reciente es una ilustración precisa de un giro producido por un fenómeno impredecible, en el contexto de una predicción considerada cier-

ta. La presa más grande del mundo construida en el río Yangtze en China se construyó con el objetivo final de que toda la región adyacente al río nunca más estuviera sujeta a inundaciones. En la inauguración de la enorme instalación hidroeléctrica en 2006, el presidente de China dijo que “la gente de estos lugares ya no temerá que las aguas vengan a tomar sus casas y destruir sus culturas”.

Tenía perfecto derecho a hablar así; los ingenieros habían tenido en cuenta, en su análisis predictivo, el conjunto estadístico de los datos existentes (registrados) sobre los caudales del río y adoptaron un valor de caudal de cálculo, para la presa y la central, con la probabilidad del valor máximo, asociado a los años con las mayores inundaciones conocidas hasta entonces. En 2020, sin embargo, ocurrieron inundaciones devastadoras que fueron completamente extraordinarias, causadas por olas de lluvia sin precedentes. Los flujos resultantes de las lluvias se consideraron extremadamente improbables (en un análisis probabilístico) y prácticamente imposibles. No se pudo asignar una probabilidad al evento, debido a la falta de información estadística a muy largo plazo. Son puntos críticos, con muy baja frecuencia de ocurrencia, que no se incluyen en el análisis probabilístico, ya sea Gaussiana o Paretiana. Los científicos sabían que el fenómeno era teóricamente posible, pero la convicción general de los constructores y las autoridades era completamente diferente: nunca más serían testigos de inundaciones en la región del lago de la presa Yangtze. En otras palabras, si el evento pudiera suceder alguna vez, nadie podría decir nada acerca de cuándo podría suceder. Aquí, sin embargo, en lugar de que el fenómeno ocurra en un futuro distante e indefinido, ha ocurrido ahora; un carácter típico del fenómeno impredecible. En 2023, al lado extremo opuesto, China se vio afectada, principalmente en la misma zona, por una ola de calor y una gran sequía. Ningún dato existente podría imaginar tal fenómeno. La estimación hidrológica estadística en este caso nos indica que ocurriría un evento de este tipo cada 1000 años. ¡Una sequía devastadora en 2023 después de grandes inundaciones en 2020!

La turbulencia en la física de la naturaleza, llamada caos determinista, presente también en biología o química y, en gran medida, en las ciencias so-

ciales, especialmente en economía, es el fenómeno en el que las características termodinámicas e hidrodinámicas de los flujos (velocidad, temperatura, presión, concentración de masa, la densidad del medio, la velocidad del sonido, la conductividad eléctrica, etc.) presentan fluctuaciones caóticas generadas por la superposición de vórtices, numerosos y de diferentes tamaños, en estos flujos.

Como resultado, el comportamiento de los flujos cambia tanto en el espacio como en el tiempo, volviéndose absolutamente irregular. La característica definitoria de la turbulencia es el comportamiento caótico; los cambios característicos en el flujo tienen un carácter aleatorio.

El modelo matemático de Lorenz era una aproximación bastante simplista, reducida a los elementos primarios del fenómeno de convección térmica hidrodinámica. Los resultados de las soluciones del modelo, obtenidos con una computadora de la época, extremadamente simple en relación a una simple PC de hoy (la figura muestra gráficamente la solución obtenida por Lorenz), sin embargo, tuvo un valor excepcional, universal. Se ha demostrado que la evidente dependencia del sistema de mínimas variaciones de las condiciones iniciales es tan grande que el sistema se vuelve impredecible. Pequeñas perturbaciones conducen a desarrollos completamente caóticos.

Imprevisibilidad en la economía.

Poco después de que se reconociera el resultado de Lorenz, se desarrolló la teoría del caos determinista y, naturalmente, la gente empezó a preguntarse si los fenómenos sociales, especialmente los económicos, no deberían analizarse también a través de la misma lente de imprevisibilidad. Un teorema matemático y un resultado de la experimentación matemática pueden impedir que adoptemos, muy a menudo, suposiciones “intuitivas” que ya se ha demostrado que no son válidas. Por extensión del caso de la turbulencia desarrollada en la naturaleza, podemos esperar que, a pesar de la comprensión imperfecta de este fenómeno, las conclusiones de algunos

modelos teóricos nos darán la oportunidad de estimar correctamente el aumento de las fluctuaciones en el sistema. El mundo a menudo parece absurdo; en realidad, y muy probablemente, tal percepción proviene del enfrentamiento con la imprevisibilidad.

La introducción del azar y las probabilidades es una necesidad en la práctica del conocimiento de los fenómenos naturales y sociales cotidianos. Y en economía, la incertidumbre es una fuente de ganancia o pérdida.

La incertidumbre destaca el hecho de que el mecanismo existente, que actualmente está funcionando, no está funcionando adecuadamente. Muestra una resiliencia débil, que no corresponde a la estimación. Si asumimos que el mecanismo seguiría siendo el correcto, no podemos dar una explicación satisfactoria ni dar solución a las turbulencias generadas en el interior del sistema. Una especie de *tertium non datur*. Los mecanismos de coordinación se ven sometidos a una tensión peligrosa cuando surge la incertidumbre como resultado del cambio.

Cada vez es más obvio que la economía también debe analizarse a través de la lente de la imprevisibilidad. La incertidumbre destaca el hecho de que el mecanismo existente del sistema/organización no está funcionando correctamente. La gestión de decisiones es un sistema de procesamiento de información. La información es una medición de la incertidumbre, y la totalidad de la información que no tenemos es una medición de la imprevisibilidad. La sensibilidad a las condiciones iniciales, es decir, la fuente de imprevisibilidad, nos muestra que una información amplia y compleja no puede dominarse precisamente desde su insuficiencia (de la información). Una cantidad masiva de datos no consigue decir lo que necesitamos saber. ¿Cómo se procesan los datos bajo el estado de incertidumbre? ¿De quién es el fracaso? ¿Este es nuestro o de la información?

El sistema económico soviético, a pesar de los enormes medios de planificación, resultó impredecible. China adoptó la economía de mercado y la

propiedad privada y dio un salto milagroso sin abandonar por lo tanto el instrumento estratégico de planificación.

Toda inversión es una apuesta contra la incertidumbre.

Los tomadores de decisiones a menudo se ven tentados a subestimar la incertidumbre para imponer su estrategia. Cometen un doble error: su estrategia no crea cinturones de seguridad ante el peligro, ni les permite aprovechar las oportunidades que surgen con la llegada de la incertidumbre. No son líderes auténticos. Prefieren decisiones rutinarias (mejoras en la calidad de los procesos tecnológicos y de gestión, así como reducciones de costes), aunque la incertidumbre ha modificado los datos básicos del entorno económico y social. Las decisiones rutinarias no constituyen una estrategia. Yo llamaría a esta actitud una “falsa percepción de sustentabilidad”, porque lo que era sustentable en un espacio estable, se vuelve insostenible bajo la incertidumbre.

Paul Heyne señala que la forma de acumular una ganancia muy grande es ofrecer un producto a la venta a un precio muy superior al costo de producción, o invertir en otra empresa que sea capaz de generar un ingreso excepcionalmente alto. “Pero es fundamental que ese resultado final (outcome en inglés) sea incierto”. En pocas palabras, debes saber más que los demás. Que tu predicción sea más precisa que otras. Bajo incertidumbre, ya no se puede contar con una tasa de ganancia generada por un entorno consolidado, un estado que llamamos rutina. Ya no se puede contar con una dinámica predecible y estable. Tienes que “tomar tu destino en tus propias manos”. Una decisión proclamada “segura” es muy probablemente una creación sin futuro. Proclama el absurdo, a saber, que somos indiferentes a la alternativa que no conocemos, porque no tiene sentido buscarla. Sin embargo, la verdad que creemos poseer, la demostramos.

La creatividad, el coraje y la creencia en la propia capacidad forman un trinomio obligatorio de calidad de decisión.

El punto/umbral crítico en los fenómenos naturales y la economía

El optimismo climático cree que la resiliencia de la naturaleza es casi irrompible. Se basa en la impresión de que los daños se acumulan lentamente y, a menudo, son invisibles. Pero el momento de la verdad, impredecible, puede presentarse en forma de un cambio drástico, cuando se alcanza un punto de inflexión (*critical threshold* en la terminología americana).

Desde mi propia experiencia como científico en el campo de la hidrología y la calidad del medio ambiente natural, puedo dar un ejemplo específico:

En 1975 se inició un amplio programa anual de muestreo y mediciones hidrodinámicas para determinar la calidad del agua del Danubio a lo largo de los 1.075 km del sector rumano, desde la desembocadura del río Nera en el Danubio hastaborde con Serbia, y río abajo hasta que el Danubio desemboca en el Mar Negro. Dirigí la investigación hidrológica y, junto con mis colegas, químicos y biólogos, tomamos muestras de agua y simultáneamente medimos la velocidad y ubicación en decenas de puntos de las varias decenas de secciones seleccionadas a lo largo de los 1.075 km del Danubio. Para nuestra gran sorpresa, encontramos que en el 76% de las muestras la calidad del agua no solo era buena; el agua era potable. Veíamos gente en la orilla sacando agua del Danubio y bebiéndose. Estábamos asombrados, pero la gente de allí lo sabía mejor. Diez años después, en 1985, por orden de la entonces presidenta del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Elena Ceau escu, esposa del dictador, se canceló todo el programa de investigación. Pero, ese año, encontramos que del 76% de la calidad del agua potable, esta había caído dramáticamente al 33%.

¿Qué sucedió en esos diez años? La explicación más probable sería que se alcanzó un umbral crítico, más allá del cual la calidad del agua en declive pasó de gradual a drástica. El Danubio resistió «heroicamente» el embate de la contaminación masiva provocada por el vertido de aguas residuales de las principales ciudades europeas (Viena, Bratislava, Budapest, Belgrado) hasta arruinar su capacidad de autodepuración.

Al transponer -aceptable (al menos) por razones científicas- la situación que registramos entonces en el Danubio, uno de los cuerpos naturales más grandes del planeta, podemos imaginar el mismo tipo de dinámica de los cambios climáticos actuales. No está nada claro que siga la acumulación de dióxido de carbono y el efecto invernadero, como ahora, una evolución gradual. Lo más probable es que nos enfrentemos en un futuro no muy lejano a un momento en que se alcance un umbral crítico y luego ocurra un cambio dramático y ciertamente más peligroso.

Predicciones bursátiles y estados críticos

“No hay nada nuevo en Wall Street. Lo que está sucediendo ahora en los mercados ha sucedido antes y volverá a suceder. Cada estado de extrema codicia o miedo tiene un precedente. La tecnología cambia, la gente no... Pero no es el final del juego, porque el juego no tiene fin. Si la historia es algo por lo que pasar, entonces un gran revés sólo prepara el escenario para una nueva fase del juego. El recuerdo de la última caída brutal del mercado de valores finalmente se desvanece... Esta lucha interminable con emociones fuertes como la esperanza, la duda y el miedo es en gran parte lo que representa la fascinación de Wall Street” (Buttonwood , editor financiero de The Economist).

Un mercado financiero es un sistema complejo en el que un gran número de traders interactúan entre sí y también reaccionan a la información externa y determinan cuál es el “mejor” precio de un determinado activo. El tiempo de fluctuación del precio, así como el número de transacciones del activo negociado, suelen ser impredecibles. Esencialmente, en expresión matemática, tenemos un proceso estocástico. Como cualquier otro sistema complejo, los mercados financieros son sistemas dinámicos dentro de los cuales las interacciones entre los subcomponentes no son lineales. Los análisis de mercado recurren al concepto de mercado eficiente para derivar un modelo simplificado aunque idealizado.

Se supone que toda la información de mercado disponible se procesa instantáneamente y se refleja inmediatamente en los precios de los activos negociados. Se aceptan dos hipótesis:

- el mercado es eficiente;
- el comportamiento de los comerciantes es estrictamente racional.

Sin embargo, las series estadísticas registradas disponibles (más de cien años) nos presentan un cuadro aleatorio. La causa radica en el procesamiento de la información. El sistema bursátil, que es un sistema complejo, circula tanta información que ya no se pueden destacar ciertas regularidades, patrones que indican rasgos característicos del sistema. Las series no se superponen, no se repiten. Para el procesamiento por computadora, no existe un algoritmo que pueda comprimir la enorme masa de información con utilidad práctica para los comerciantes.

El ejemplo proporcionado por Benoit Mandelbrot, a partir de la variación del precio del algodón en la bolsa, es muy instructivo. El precio de la mercancía cambia muy poco de un día para otro, algo que el público en general observa correctamente. Pero a veces cambia repentina y considerablemente. Sin embargo, los valores medios de pequeñas fluctuaciones no nos dicen nada sobre cambios (variaciones) muy grandes. Estos últimos, sin embargo, son los más espectaculares; a su paso se hacen grandes fortunas o se produce la ruina. No podemos establecer predicciones bursátiles sobre el valor de los activos a largo plazo. La conclusión es implacable: sea cual sea el problema que plantea la economía, a priori, advierte el fundador de la teoría de los fractales Benoit Mandelbrot, debemos esperar que:

“La realidad y la simulación dan resultados que son tan extraordinariamente variables de un caso a otro, que no podemos pronunciarlos, ni siquiera provisionalmente, antes de que acumulemos una cantidad de datos experimentales y simulados varios órdenes de magnitud mayores que los disponibles

actualmente”. Estamos exactamente en el punto en el que reconocemos que no tenemos suficiente información sobre los estados iniciales y no sabemos si tal cosa es siquiera posible.

En el corazón de los conceptos macroeconómicos sigue estando la ilusión de que la incertidumbre se puede contener dentro de un espacio bien definido. Los precios de las acciones constituyen un contraejemplo definitorio: la evolución agregada de los mercados bursátiles. Por ejemplo, veamos el índice Dow Jones Industrial de EE. UU. de muy largo plazo (100 años, 1922-2022, escala logarítmica), en la figura siguiente y el registrado durante los últimos 25 años en precios ajustados.



El gráfico de 100 años muestra el movimiento del índice a la zona superior del canal mediano ascendente desde 2017. Este hecho solo ha ocurrido dos veces, en 1929 y en 2000. En 2022 volvemos a estar muy cerca del mismo fenómeno. Cuando el índice volverá a la zona media, aunque es seguro que lo hará, no podemos saberlo porque resulta que no tenemos suficiente información estadística. Entre 1942 y 2000, en 58 años, el índice se ubicó en la banda mediana, mientras que tras la crisis de 2007-2008 subió estra-

tosféricamente en 13 años, muy por encima del nivel previo a la crisis. Así, se observa que tras un desplome repentino en 2020, año de la adopción de duras restricciones relacionadas con la pandemia de COVID, el índice sube inmediatamente muy por encima de la situación antes de la pandemia. Podríamos concluir intuitivamente que las restricciones no cambiaron el estado de confianza de los inversores existente en el momento de la activación de la pandemia. Por el contrario, la gran mayoría de los economistas ha afirmado repetidamente que la inflación actual (mayo de 2022), que había comenzado a aparecer durante el mismo período de la pandemia, no es grave y se calmará con bastante rapidez. Los datos económicos y financieros parecían apoyar esta tesis. Estaban muy equivocados. Era bastante obvio que se avecinaba una caída del mercado de valores y no una deflación. El mercado de valores (S & P 500) que alcanzó un máximo histórico en enero de 2022 fue seguido por una caída del 18% en mayo del mismo año. La pregunta es si la caída del mercado indica problemas más profundos en la economía. Sin embargo, la incertidumbre permanece. No tenemos forma de saber si la agitación actual en los mercados financieros no amplificará los problemas económicos, en lugar de simplemente reflejarlos.





En su “Teoría general del empleo, el interés y el dinero”, Keynes observó: “Si esperamos grandes cambios pero estamos muy inseguros en cuanto a la forma precisa en que ocurrirán los cambios, entonces nuestra confianza será débil”. Pero, ¿por qué razones la confianza de los economistas era tan alta? Tenemos una posible explicación también de Keynes:

“Nuestras conclusiones deben depender principalmente de la observación en tiempo real del estado psicológico real de los mercados y las empresas”. La mayoría de los gerentes están preocupados “no por pronósticos superiores a largo plazo de las ganancias probables de una inversión durante toda su vida, sino por predecir cambios en la valoración convencional a corto plazo, un poco por delante de la percepción general del público”.

Recordemos que Keynes también hizo una declaración de gran trascendencia humana:

“La sabiduría del mundo nos enseña que es mejor para la reputación de uno fracasar de manera convencional que triunfar de manera no convencional”.

Una consecuencia de este comportamiento es la agudización de algunas decisiones irracionales, que ignoran la acumulación de incertidumbre en daño a valoraciones racionales, o al menos del sentido común. Es así como somos conducidos hacia las “burbujas financieras”, cuyo momento de explosión es impredecible. No perdamos de vista la realidad de la ambigüedad de los operadores bursátiles. Un inversor profesional (de un fondo de inversión, por ejemplo) vive con el temor de perder a sus clientes si no rinde al nivel de sus pretensiones. A menudo se ve obligado a comprar acciones sobrevaluadas. Como resultado, el trader hace una elección racional (comprar para permanecer en el juego), pero también hace una elección irracional (comprar activos sobrevaluados). La disyunción racional-irracional se vuelve ambigua. El *trading* convierte todo el proceso en un juego.

Hay tres componentes en este proceso (juego financiero):

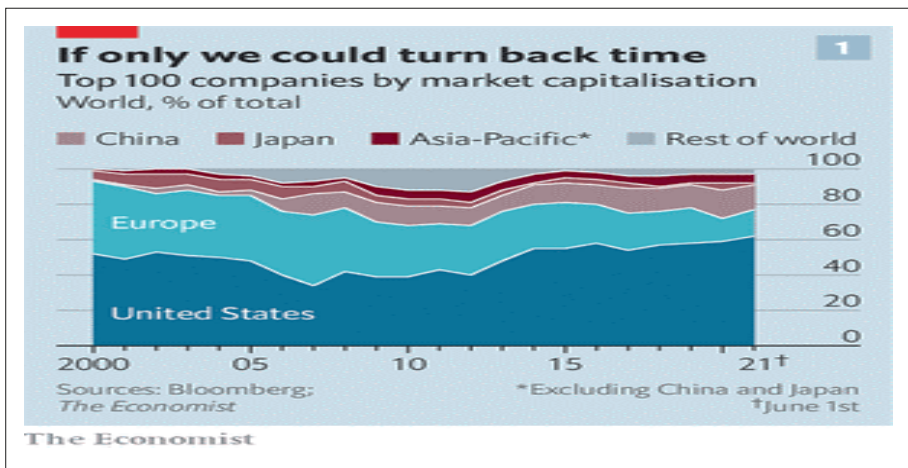
1. Marketability(en inglés), es decir, la facilidad de comprar y vender activos financieros en el mercado;
2. La especulación, es decir, la compra y venta de un activo para revender en una fecha posterior con el único propósito de generar ganancias de capital (no pocas veces un esquema piramidal);
3. Disponibilidad de crédito y bajas tasas de interés, es decir, el crédito permite a los inversores comprar deuda; el dinero fácilmente ganado aumenta la demanda de activos especulativos y aumenta el precio y también la ganancia potencial para aquellos que salen de la mezcla a tiempo.

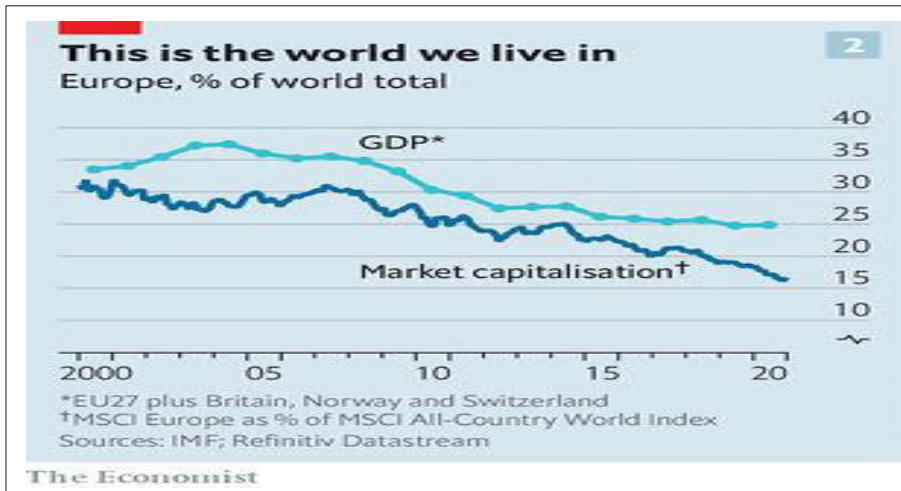
Esta es la clave para entender cómo funcionan las burbujas financieras. La caída de los intereses anima a los inversores a tomar más y más riesgos.

“La historia del pensamiento sobre los mercados financieros muestra una sorprendente falta de consenso sobre una pregunta fundamental: ¿cuál es, en última instancia, la causa de todas las fluctuaciones en los precios de activos como las acciones corporativas...? Podríamos pensar que un problema tan básico debería haber sido resuelto con éxito hace mucho tiempo” nos dice Robert Shiller (Premio Nobel de Economía, 2014).

Sin embargo, el mayor problema de coordinación del mundo puede ser menos uno en el que cada banco central trabaje para sí mismo y más uno en el que un solo banco central dominante, la Reserva Federal de Estados Unidos, haga sonar la bocina que otros deben seguir, les guste o no. El enorme predominio del dólar en el sistema financiero global le otorga un papel poderoso en la conducción de los ciclos financieros globales.

El mundo se ha vuelto mucho más integrado financieramente desde 1971, cuando John Connally, entonces Secretario del Tesoro, dijo a los representantes de otras economías importantes del mundo que “el dólar es nuestra moneda, pero es su problema”. A medida que las tasas de interés en todo el mundo aumentan de manera descoordinada, disminuye la probabilidad de que cualquier economía salga ileso de esta experiencia.





La complejidad

La complejidad refleja la evolución de un sistema hacia algo que se presenta como una estructura. El valor de complejidad más bajo indica el estado más uniforme y, por lo tanto, más estable que cualquier otra configuración. En este estado, el sistema está funcionando en relación con sus datos de su diseño. Aparecen irregularidades /desviaciones, que deben mantenerse bajo control para mantener la uniformidad, es decir, la estabilidad. Esto solo hace que la realidad del sistema sea la misma para todos los observadores.

La economía se centra cada vez más en aspectos relacionales y no en entidades. Bajo la incertidumbre, las relaciones, más que las entidades, pueden ayudarnos a descargar estados de peligro.

En un sistema/organización es necesario definir la complejidad. Esto implica pasar de la intuición a la cuantificación, trabajo extremadamente difícil. ¿Qué tenemos que tener en cuenta?

- A. ¿Cuáles son los estados más probables del sistema?
- B. ¿Cuál es la tendencia natural hacia la desorganización? ¿Cómo se manifiesta?
- C. ¿Cuál es el peso de todos los elementos componentes y las relaciones entre ellos?

Notemos que C. es completamente diferente de A. y difiere de B., porque la complejidad que resulta de B. está relacionada con el desorden, mientras que la que resulta de C. está relacionada con la variedad (estructura).

Límites del conocimiento y fuerza del pensar

1. Cuando la medición es imposible

Nunca podemos aislar perfectamente bien un sistema cuyas características queremos medir. Todo lo que existe en relación con otras cosas, incluyéndonos a nosotros mismos.

2. Las cosas son escandalosamente complicadas (a veces)

En algunas situaciones, las cosas que queremos estudiar están compuestas por muchos objetos que interactúan y se afectan entre sí. Se trata de la complejidad, el surgimiento del estado caótico incluso en una perturbación extremadamente pequeña de las condiciones iniciales con las que comenzó el sistema. El caos y la complejidad ponen límites a lo que podemos saber. El conocimiento en sí mismo no tiene límites, pero cada nivel de conocimiento está conectado a nuestra capacidad práctica para calcular y probar predicciones teóricas.

3. Las matemáticas más exitosas se basan en axiomas que no se pueden demostrar (dejarían de ser axiomas), aunque son lo más obvios posibles. No

existe tal cosa como un sistema axiomático perfecto como lo demostró Kurt Gödel. Pero las matemáticas ofrecen lo más valioso: la posibilidad de desarrollo, de producir cada vez mejores modelos para las teorías que son no sólo posibles sino también muy útiles.

LÍMITES DE LA VIDA: QUÉ NOS INFORMAN LOS MODELOS ECONÓMICOS Y ECOLÓGICOS DE EXTINCIÓN

Dr. José María Sarabia

*Académico Correspondiente por Cantabria de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Dra. Montserrat Guillén

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

Abstract

La extinción de especies se ha convertido en un fenómeno creciente en la actualidad. Este estudio aborda seis tipos de modelos interdisciplinarios en economía y ecología para analizar y predecir la extinción de poblaciones. Se revisan modelos clásicos de dinámica poblacional, junto con modelos estocásticos de nacimiento y muerte afectados por ruido ambiental. Se exploran también modelos de extinción basados en enfoques estadísticos Bayesianos, modelos bio-económicos de optimización dinámica, modelos basados en umbrales de extinción y modelos de distribución de especies y sus variantes. Concluimos que la mayoría de estos enfoques permiten comprender las condiciones que precipitan la extinción. Este análisis interdisciplinario aporta una visión holística que puede ser crucial para prevenir y evitar la extinción de poblaciones.

1. Introducción

La extinción de especies es un hecho cada vez más habitual, y nos hace pensar sobre cuáles van a ser los límites de la vida en nuestro planeta. Según la IUCN, unión internacional para la conservación de la naturaleza, más de 42.100 especies se encuentran amenazadas y en peligro de extinción. Esto supone que, del total de especies estudiadas por esta organización, el 28 por ciento se encuentran amenazadas y en peligro de extinción.

Como muestra, y en el caso de España, debido a la crisis climática actual, la grave sequía ha desencadenado las primeras extinciones de plantas y aves en las Tablas de Daimiel. En este hábitat, la masiega, la especie vegetal clave en este parque nacional ha desaparecido, y la especie de ave “escribano palustre”, ha perdido aproximadamente un noventa por ciento de su población (información de Esther Sánchez, El País, 10 de octubre de 2023).

Desde el siglo XVIII, existen modelos que abordan la dinámica de poblaciones básicamente para estimar o predecir el número de ejemplares vivos que conforman la población de una especie. Actualmente, la mayoría de los modelos con los que se trabaja (ver Armstrong et al., 2022) también tienen en cuenta el factor clima, dado que ignorarlo tiene como consecuencia una subestimación en el número de especies en extinción.

Según un reciente estudio de Schultz et al. (2021) de la universidad de Arizona, se considera que, para predecir la distribución de especies y el riesgo de extinción, se deben incluir en los análisis otros factores además del clima.

Armstrong et al. (2022) presentan una reevaluación de los elementos identificadores del cambio climático, determinando umbrales críticos de temperatura que podrían desencadenar puntos de inflexión, globales y regionales. El calentamiento actual ya se acerca a algunos de estos umbrales. Este trabajo, publicado en *Science* y que ha tenido una enorme repercusión subraya la necesidad urgente de establecer acciones para mitigar el cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación y evaluación sistemática de la evolución de los riesgos.

En este trabajo presentaremos algunos de los modelos más relevantes económicos y ecológicos, que modelizan el fenómeno de la extinción de especies. Revisaremos un total de seis tipos diferentes de modelos y nos detendremos en los factores que tienen en cuenta cada uno de ellos.

2. Modelos clásicos basados en la dinámica de poblaciones

En esta sección comenzamos presentando diversos modelos que están basados en la dinámica de poblaciones. Comenzaremos describiendo algunos modelos clásicos, para continuar con un modelo particular, cuya principal característica es que da lugar a la extinción de la población con hipótesis sencillas. Las herramientas matemáticas que se utilizan en este contexto son ecuaciones diferenciales ordinarias.

2.1 Modelos clásicos

En estos modelos, la ecuación básica que gobierna el crecimiento de una población en el instante t , se puede escribir como,

$$\frac{dP(t)}{dt} = B(t) - D(t).$$

En este modelo general, $P(t)$ representa el tamaño de la población en el instante t y $dP(t)/dt$ la variación en dicho instante. Esta variación se modeliza por medio del saldo entre $B(t)$, que representa la tasa de nacimiento de la población en el instante t , y $D(t)$, que representa la tasa de muerte de la población en el mismo instante t .

El primero de los modelos se basa en la hipótesis que $B(t)$ y $D(t)$ son funciones proporcionales al tamaño de la población con tasas de nacimiento y muerte igual a b y c , respectivamente; escribimos $a = b - c$. A partir de estas hipótesis, obtenemos la ecuación diferencial asociada al modelo de Malthus (1798), cuya solución es $P(t) = P(0)e^{at}$, que conduce a la explosión de la población si $b > c$, y a la extinción si $b < c$, siendo $P(0)$ el tamaño inicial de la población. Constatamos que este modelo pionero describe el volumen de una población estrictamente en base a los nacimientos y fallecimientos.

El siguiente modelo clásico es el modelo de Verhulst (1838). La idea de este modelo es que, si la población crece por encima de un cierto tamaño, el propio tamaño de la población hará disminuir la tasa de natalidad y aumentará la tasa de mortalidad. Esto da lugar a la ecuación,

$$\frac{dP(t)}{dt} = \alpha P(t) - \beta P^2(t), \quad \alpha, \beta > 0.$$

La solución de este modelo viene dada por una ecuación de tipo logística,

$$P(t) = \frac{\gamma P(0)}{P(0) - (P(0) - \gamma)e^{-\alpha t}}$$

donde $P(0)$ es el tamaño de la población en el instante 0 y $\gamma = \alpha / \beta$. Ahora, para cualquier valor de $P(0)$, cuando el valor de t tiende a infinito, el tamaño de la población tiende a $\gamma = \alpha / \beta$. Por tanto, si $\alpha \ll \beta$, el modelo predice un estado estacionario cercano a la extinción.

Este resultado tiene una gran importancia en demografía, ya que predice el estado estacionario de cualquier población, siempre que la dinámica se modelice mediante la ecuación anterior. La sencillez y singularidad del modelo de Verhulst radica en que únicamente considera el volumen de población en la dinámica de la evolución.

Un tercer modelo de interés que conduce a la extinción de la especie es el siguiente, que en cierto modo es una variación del modelo de Malthus. Debemos suponer que la tasa de nacimiento es proporcional al cuadrado de la población, mientras que la tasa de mortalidad se mantiene proporcional a dicho tamaño. La primera de las hipótesis supone un cambio en las hipótesis clásicas de la dinámica de poblaciones, sin embargo, puede ser admisible en algunos contextos. El modelo viene entonces dado por,

$$\frac{dP(t)}{dt} = \beta P^2(t) - \alpha P(t), \quad \alpha, \beta > 0$$

En este modelo, la función diferencia entre las tasas de nacimiento y muerte presenta dos ceros: un cero que es estable, y el segundo cero que es inestable. De esta manera, todas las soluciones de la ecuación con valor inicial $P(0)$ por debajo de α / β tienden a cero. Esto supone que una vez que la población cae por debajo del punto crítico α / β , la población tiende a la extinción. De acuerdo con este modelo, el punto crítico es por tanto crucial a la hora de clasificar a una especie como cercana a la extinción.

2.2. El modelo clásico de Lotka-Volterra

El modelo de Lotka-Volterra (LV), también llamado modelo de ecuaciones depredador-presa (Lotka, 1920 y Volterra, 1931), se usa para representar dinámicas de sistemas biológicos en las que dos especies compiten. Estos dos tipos de especies se corresponden con la especie depredadora y la especie presa.

Las ecuaciones vienen dadas por el sistema,

$$\dot{x} = \alpha x - \beta xy,$$

$$\dot{y} = -\gamma y + \delta xy,$$

donde $y = y(t)$ es el número de depredadores, $x = x(t)$ el número de presas, y donde \dot{x} representa el crecimiento de las poblaciones en el tiempo. Los cuatro parámetros representan las interacciones entre las dos poblaciones.

Resulta conocido que en el modelo de Lotka-Volterra de dos especies sin un punto fijo, una de las especies se extingue, mientras que la otra población se estabiliza en su propio estado. Este resultado se puede extender al caso de más de dos especies en competencia (Zeeman, 1995). Es decir, para el modelo Lotka-Volterra competitivo con un número finito de especies mayor o igual que dos, se pueden obtener restricciones sobre los parámetros que aseguran que todas las especies menos una se extinguen, mientras que la población dominante se estabiliza en su propio estado. De nuevo nos hallamos ante un modelo de dinámica de poblaciones en el que cabe la posibilidad de llegar a la extinción.

2.3 Una variación estocástica del modelo de Lotka-Volterra

Los modelos clásicos vistos hasta el momento presentan el inconveniente que las variables del sistema son fijas, y no presentan otra dinámica que la del propio sistema. En la ciencia actual, se consideran modelos más avanzados que incluyen componentes no deterministas en el sistema, y que por tanto permiten estudiar otros aspectos.

En este sentido, un modelo más avanzado del tipo LV, introduce componentes estocásticos en el modelo, por medio de una formulación del problema basado en la ecuación de Fokker-Planck (ver, por ejemplo, Lax y Terrell, 2014). Dicha ecuación, conocida en diversos contextos, es una ecuación diferencial en derivadas parciales que se aplica a sistemas descritos en términos de un número no muy grande de variables, donde los parámetros varían con el tiempo y por tanto pueden ser tratados como ruido del propio sistema.

Usando este tipo de metodología estocástica, Parker y Kamenev (2009) estudian la extinción en el modelo de LV. El principal resultado de estos autores es que, con parámetros genéricos y condiciones iniciales dadas, el número de ciclos C del sistema antes de extinguirse varía según la ecuación,

$$C = K \times N_s^{3/2} \times N_d^{-1/2},$$

donde K es una constante, y $N_d > N_s$, son los tamaños de la población dominante (predadora) y dominada (presa), respectivamente. Este resultado tiene varias consecuencias que explican Parker y Kamenev (2009). Por ejemplo, la ecuación anterior predice que un pequeño aumento de la población ya dominante sólo acelera la extinción total. Otra consecuencia de interés es que los tiempos de extinción correspondientes se modelizan según leyes de potencia del tamaño de las poblaciones. Los resultados obtenidos por estos autores han sido también probados mediante simulación.

3. Modelos estocásticos de nacimiento y muerte con variaciones de ruido ambiental

Un tipo de modelos estocásticos que permiten estudiar la dinámica de una población, lo constituyen los llamados procesos estocásticos de nacimiento y muerte. Estos modelos son de naturaleza Markoviana, y permiten transiciones de un solo paso, de modo que sólo son posibles los nacimientos (de n a $n+1$) y las muertes (de n a $n-1$) con ciertas tasas dependientes de n , que son de tipo lineal.

Consideramos entonces un modelo a tiempo continuo de nacimiento y muerte con las siguientes tasas de nacimientos y de fallecimientos,

$$\lambda_n = \frac{n}{2}(\mu + r - an),$$

$$\mu_n = \frac{n}{2}(\mu - r + an).$$

Para tasas independientes del tiempo, μ , r y a consideran una versión simétrica del modelo logístico de Verhulst visto más arriba. Específicamente, Kamenev et al. (2008) han estudiado este tipo de procesos estocásticos de nacimiento y muerte cuyas tasas están a su vez modelizadas mediante ruido gaussiano con correlaciones. En su lenguaje, el denominado “ruido ambiental coloreado”. El ruido en el sistema lo introducen a través del proceso de Ornstein-Uhlenbeck.

La dinámica del sistema se introduce por medio de la ecuación,

$$\dot{P}_n = \lambda_{n-1}P_{n-1} - (\lambda_n + \mu_n)P_n + \lambda_{n+1}P_{n+1},$$

que posteriormente se aproxima por la ecuación de Fokker-Planck $\dot{P} = \hat{H}P$, que da lugar a las ecuaciones, dependientes de distintos parámetros adicionales,

$$\dot{q} = \frac{\partial H}{\partial p} - \xi q, \quad \dot{p} = -\frac{\partial H}{\partial q} + \xi q,$$

$$t_c^2 \ddot{\xi} - \xi = 2vt_c pq,$$

donde ξ es el ruido del sistema. Resulta sorprendente, que este tipo de modelos aparentemente no demasiado complejos, pueden dar lugar a un tipo de modelo, que concluye con la extinción de la especie, en términos del tiempo medio de extinción (TME). Kamenev et al. (2008) han demostrado que el ruido ambiental puede dar lugar a una reducción de tipo exponencial en el TME de una población aislada.

Resulta interesante que el tamaño de la población hace que el tiempo medio de extinción cambie de tipo exponencial (en ausencia de ruido ambiental) a una ley de potencias para un ruido correlacionado a corto plazo.

4. Modelos de extinción de especies basados en modelos estadísticos Bayesianos

Las metodologías de los modelos de extinción de especies dependen obviamente del tipo de especie con la que se trabaja y de los datos observacionales disponibles. En algunas especies, los datos consisten tanto en datos ciertos como en información que procede de avistamientos, de modo que dichos avistamientos no siempre son claros en cuanto a la identificación de la especie. En este sentido, la metodología Bayesiana parece ser la más conveniente. La especie a la que inicialmente se aplicó este tipo de modelización es el pájaro carpintero de pico marfil, y los datos consisten en datos de avistamiento ciertos e informes visuales a lo largo de los años. Este tipo de información es habitual en el caso de especies que parecen extintas.

Solow y Beet (2014) y Solow et al. (2012) trabajan con dos tipos de verosimilitudes que corresponden a procesos de Poisson en el tiempo. El pri-

mero de los modelos supone que las dos fuentes de información (certezas e informes visuales) son independientes, mientras que en el segundo se suponen dependientes, de modo que los datos se ajustan a dos procesos de Poisson diferentes. Las distribuciones a priori en ambos casos son diferentes, y se acomodan a las informaciones previas de los datos. Para el segundo de los modelos, las distribuciones beta y gamma parecen óptimas como distribuciones a priori para los parámetros del modelo (ver Solow y Beet, 2014). Haciendo uso de los factores Bayes se concluye que el segundo modelo es el más probable, y que dicha especie está extinta, conclusión que es congruente con un enfoque diferente considerado por Gotelli et al. (2012)

5. Modelos bio-económicos de optimización dinámica

En esta sección presentamos un modelo de explotación de recursos renovables, habitualmente utilizado para la optimización de pesquerías (Clark, 2006, 2010). Este modelo también se puede usar para la optimización y predicción de otro tipo de recursos. En este tipo de modelos se combina la propia evolución de la población con su explotación para el consumo humano, como es el caso en determinados tipos de pescados. Además, puede valorarse económicamente el volumen de población e incluso el valor actual de los ejemplares restantes.

El modelo dinámico básico de optimización se basa en las siguientes ecuaciones, en las que intervienen distintos factores que se detallan más abajo,

$$\begin{aligned}\frac{dP(t)}{dt} &= G(P) - h(t), & P(0) &= p_0, \\ h(t) &= qE(t)P(t), \\ R(t) &= ph(t) - cE(t) = (p - cP(t))h(t), \\ c(P) &= \frac{c}{qx}, \\ P(t) &\geq 0, & E(t) &\geq 0.\end{aligned}$$

La primera de las ecuaciones describe el tamaño del stock de la población (biomasa, en toneladas) de peces en el momento t . La función $G(P)$ representa la tasa de crecimiento natural neto de la biomasa poblacional, dependiendo de su estado actual P . Por otro lado, la función $h(t)$ representa la tasa de extracción, o cosecha en el momento t . La función $G(\cdot)$ tiene habitualmente forma de U invertida, de modo que $G(0) = G(K) = 0$ y presenta un máximo en el intervalo $(0, K)$. Nuevamente, este modelo general puede incluir la solución exponencial

$$P(t) = P(0)e^{rt},$$

si suponemos que el crecimiento de $P(t)$ es proporcional a $P(t)$. Igualmente, incluye al modelo logístico

$$P(t) = \frac{K}{1 + ce^{-rt}},$$

en el caso que,

$$G(x) = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right).$$

Ahora, continuando con el modelo general, introducimos la variable $E(t)$, que representa el esfuerzo de recolección en el momento t . En el ámbito pesquero, normalmente se especifica como el número de buques estándar que pescan activamente en el momento t . La hipótesis más habitual (Clark, 2006 y 2010) es suponer una relación captura-esfuerzo del tipo: $h = qEP$, donde q es una constante llamada capturabilidad, que viene representada en la segunda de las ecuaciones.

El resto de las ecuaciones de restricción, definen el ingreso diario R , que es la diferencia entre p_h y cE , es decir, los ingresos netos diarios de la pesquería en su conjunto, donde p es el precio del pescado en barco (u.m. por tonelada) multiplicada por la capturabilidad, al que se debe restar el coste del esfuerzo diario.

La función objetivo habitual es la usada en análisis de inversiones y en análisis de coste-beneficio y es el valor presente descontado de los ingresos netos futuros, que se puede expresar como,

$$PV = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} R(t) dt,$$

donde δ representa la tasa de descuento instantánea.

Este modelo económico permite obtener, entre otras cosas, el equilibrio óptimo de las poblaciones de peces.

Por tanto, $h = qE$ puede ser una ecuación de captura más realista que la ecuación de Schaefer. En este caso la pesquería es económicamente viable si $c/(pq) < 1$. A niveles de precios bajos, la pesquería permanecerá sin explotar, pero con precios más altos, la población será explotada casi hasta la extinción en condiciones de libre acceso.

6. Modelos de población basados en umbrales de extinción.

En esta sección presentamos modelos de ecuaciones diferenciales que incorporan umbrales, y que hacen uso del llamado efecto Allee. El denominado efecto Allee ocurre cuando (supuesto un umbral), el tamaño de una especie es tan limitado, que no es posible que los individuos se reproduzcan, al no existir un número mínimo de individuos de la especie. Este efecto se ha observado mayoritariamente en animales, pero también se ha dado en plantas, al fallar el proceso de polinización.

En este contexto y según Bascompte (2003), existen dos tipos de umbrales de extinción deterministas: los umbrales demográficos, (como el efecto Allee) y los umbrales paramétricos, que ocurren con una tasa de extinción crítica o bien cuando existe una cantidad mínima de hábitat para la supervivencia de la población.

El efecto Allee se puede incorporar en un modelo (que da lugar a un crecimiento logístico) de la siguiente manera,

$$\frac{dP(t)}{dt} = \gamma P(t) \left(1 - \frac{P(t)}{k}\right) \left(\frac{P(t) - c}{k}\right), \quad \gamma > 0.$$

donde $P(t)$ es el tamaño de la población, k el límite de la población y c el umbral de la población por debajo del cual $P(t) < 0$.

Nuevamente, en este caso, no se incluyen más factores externos en la determinación de la tasa de crecimiento de la población, pero sí se incluye el parámetro que determina el límite de la misma.

7. Modelos de distribución de especies

Como parece claro, la extinción de una especie no es un fenómeno aislado, sino que depende de diversos factores de tipo ecológico, como pueden ser el clima, la temperatura, el hábitat, la biodiversidad, etc.

En la ciencia actual, los modelos de distribución de especies (SDM) son uno de los principales métodos utilizados en ecología para obtener predicciones espaciales de distribuciones de especies. Dichos modelos permiten también estimar la extinción de una especie a partir del cambio climático. Estos modelos hacen uso de algoritmos computacionales para predecir la distribución de la especie, haciendo uso de las diversas variables disponibles en el ecosistema.

Los llamados SDM correlativos (o modelos de envoltura ambiental), correlacionan la distribución geográfica de organismos con las condiciones ambientales habituales (bióticas y abióticas) dentro de un contexto estadístico de modelización de datos mediante aprendizaje automático (Guisan et al. (2017);

Guisan y Zimmermann, 2000). Dicha modelización da lugar a una relación entre la especie y el medio ambiente.

Por otro lado, y en el contexto de aprendizaje automático, los SDM aprenden mediante variables climáticas, lo que permite una mejora en el modelo y permite realizar predicciones precisas. En la actualidad la disponibilidad de datos on-line de tipo ambiental y de biodiversidad ha aumentado de una forma considerable, lo que es idóneo para el uso de técnicas SDM y la simulación de diferentes escenarios climáticos.

Estos modelos también permiten inferir la extinción de especies, si bien este uso concreto de los SDM ha sido el aspecto más criticado.

7.1 Herramientas computacionales

Una de las herramientas más populares para el uso práctico de los modelos SDM, lo constituye el software blokCV. Las principales características de esta herramienta son su facilidad de implementación con las herramientas informáticas actuales.

Si bien los modelos SDM son habituales en ecología y conservación, ya que permiten predecir la distribución espacial de especies, su implementación no está exenta de algunas limitaciones. En primer lugar, la validación de estos modelos puede incurrir en subestimaciones del error de predicción cuando se aplican técnicas convencionales de validación cruzada a datos estructurados. Eso quiere decir que cuando se estima el modelo con una parte de la información y se predice en una muestra de reserva que no se ha usado en la estimación, el error que se comete y que se usa para refinar el modelo final seleccionado, puede estar infraestimando el error que tiene lugar en la realidad. Eso puede potencialmente resultar en la elección incorrecta del modelo más adecuado para los SDM. Este es un problema habitual de la validación cruzada, que tiende a sobreajustarse a los datos y por lo tanto la modelización pierde capacidad predictiva cuando es utilizada fuera del rango habitual de observación. En otras palabras, no extrapola bien.

En este contexto, el software blockCV, una herramienta innovadora diseñada específicamente para la validación cruzada de modelos de distribución de especies en el entorno R permite disminuir el sesgo de infraestimación aplicando numerosos parámetros de control que evitan el sobreajuste. Este paquete de herramientas proporciona una gama de funcionalidades, incluyendo la capacidad de generar subpoblaciones aleatorias tanto espaciales como ambientales, y ofrece herramientas para evaluar la autocorrelación espacial en las variables candidatas a formar parte del modelo final, otorgando al usuario información sobre la estructura espacial de los datos. Asimismo, dicha aproximación metodológica ofrece capacidades gráficas interactivas para la creación de bloques espaciales y la exploración de muestras parciales de datos, que se usan para la validación cruzada, facilitando así un análisis más profundo y detallado de la información.

Al permitir la implementación de diferentes enfoques de evaluación, este software se convierte en una herramienta fundamental para los modeladores en la actualidad, y en una de las más avanzadas hoy en día, para valorar el desempeño predictivo de los modelos de distribución de especies. Su utilización en la comunidad científica promete enriquecer y mejorar la práctica de la modelación espacial y mejorar la predicción de escenarios de extinción.

8. Conclusiones

En esta sección presentamos algunas conclusiones del trabajo. Hemos revisado un total de seis tipos diferentes de modelos de extinción de especies en un breve recorrido a través de múltiples aportaciones en demografía, ecología y también desde la economía.

Una de las principales conclusiones de este trabajo, es que, mucho de los modelos de dinámica de poblaciones (estocásticos o no), mediante la variación de algunas hipótesis contienen implícitamente la posibilidad de evaluar la potencial extinción de poblaciones. Eso permite analizar bajo qué circuns-

tancia desaparece una especie y posiblemente anticipar cuándo o cómo va a ocurrir. En el caso del modelo clásico de competición de especies de Lotka-Volterra, es posible llegar a la extinción de varias especies no dominantes, y esto se cumple en el caso de que compitan más de dos especies. La variación estocástica del modelo de LV, permite incorporar el componente estocástico en el modelo.

Para el modelo clásico de Verhulst, se obtiene una solución del tipo curva logística, que puede dar lugar a una solución cercana a la extinción de la especie. En general, para estos modelos basados en la dinámica de poblaciones, es posible establecer la extinción de una especie mediante hipótesis simples, basadas en las tasas de nacimiento y muerte de la población.

Los procesos clásicos de nacimiento y muerte pueden dar lugar a situaciones de extinción, introduciendo ruido en el sistema. Kamenev et al. (2008) han demostrado que el ruido ambiental da lugar a una reducción de tipo exponencial en el tiempo medio de extinción, que conduce a una situación irremediable de extinción. Este modelo ha sido validado mediante procesos de simulación numérica.

Los modelos estadísticos de carácter Bayesiano, son una alternativa plausible para estudiar el fenómeno de la extinción, cuando se dispone de datos de carácter mixto: datos certeros y datos inciertos, introduciendo aleatoriedad en los parámetros.

En el caso de los modelos bio-económicos dinámicos de explotación de recursos renovables (usados habitualmente para la optimización de pesquerías), se puede predecir de igual forma la evolución de la especie explotada. Por otro lado, la modelización por medio de umbrales, permite incluir el efecto Allee, habitual en este contexto.

Finalmente, hemos revisado los modelos de distribución de especies, que permiten incorporar todas las variables de un ecosistema. La metodología que

usan dichos modelos es la del análisis de datos moderno, y su implementación es una de las herramientas actuales más prometedoras en la predicción de la extinción de especies.

El conocimiento de la demografía desde hace más de tres siglos y sus avances no cesan de proporcionarnos elementos de cuantificación para alertarnos de la proximidad de una extinción y por ello, posiblemente nos permitan anticipar lo que puede llegar a suceder. La perspectiva multidisciplinar ha permitido dar un salto cualitativo muy significativo en la comprensión de este fenómeno.

Referencias

- Armstrong McKay, D. I., Staal, A., Abrams, J. F., Winkelmann, R., Sak-schewski, B., Loriani, S. and Lenton, T. M. (2022). Exceeding 1.5 C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*, 377(6611), eabn7950.
- Bascompte, J. (2003). Extinction thresholds: insights from simple models. *Annales Zoologici Fennici*, 40(2), 99-114.
- Clark, C. W. (2006). *The Worldwide Crisis in Fisheries: Economic Models and Human Behavior*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Clark, C. W. (2010). *Mathematical Bioeconomics. The Mathematics of Conservation*. Third Edition. John Wiley, New York, USA.
- Gotelli, N. J., Chao, A., Colwell, R. K., Hwang W. H. and Graves G. R. (2012). Specimen-based modeling, stopping rules, and the extinction of the Ivory-billed Woodpecker. *Conservation Biology*, 26, 47-56.
- Guisan A., Thuiller W. and Zimmermann N. E. (2017). *Habitat Suitability and Distribution Models with Applications in R*. Cambridge: Cambridge University Press. Cambridge, UK.

- Guisan A. & Zimmermann N.E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Kamenev, A., Meerson, B. and Shklovskii, B. (2008). How colored environmental noise affects population extinction. *Physical review letters*, 101(26), 268103.
- Lax P.D. and Terrel, M.S. (2014). *Calculus with Applications*. Second Edition. Springer, Berlin, Germany.
- Lotka, A. J. (1920). Analytical Note on Certain Rhythmic Relations in Organic Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 6 (7), 410-415.
- Malthus, T. R. (1798). *An Essay on the Principal of Population*, Penguin books, 1970; originally published in 1798.
- Ovaskainen, O. and Meerson, B. (2010). Stochastic models of population extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(11), 643-652.
- Parker, M. and Kamenev, A. (2009). Extinction in the Lotka-Volterra model. *Physical Review E*, 80(2), 021129.
- Esther Sánchez (2023) El País, 10 de octubre de 2023. La agricultura ha traído riqueza, pero también ha vaciado el humedal de Las Tablas de Daimiel. *El País*. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2023-10-11/la-agricultura-ha-traido-riqueza-pero-tambien-ha-vaciado-el-humedal-de-las-tablas-de-daimiel.html> [consultado el 3 de noviembre de 2023].
- Schultz, E. L., Hülsmann, L., Pillet, M. D., Hartig, F., Breshears, D. D., Record, S. and Evans, M. E. (2022). Climate driven, but dynamic and complex? A reconciliation of competing hypotheses for species' distributions. *Ecology letters*, 25(1), 38-51.
- Solow, A. R. and Beet, A. R. (2014). On uncertain sightings and inference about extinction. *Conservation Biology*, 28(4), 1119-1123.
- Solow, A. R., Smith, W. K., Burgman, M. A., Rout, T., Wintle, B. A. and Roberts, D. L. (2012). Uncertain sightings and the extinction of the Ivory-billed Woodpecker. *Conservation Biology* 26, 180-184.

- Valavi, R., Elith J., Lahoz-Monfort, J. J. and Guillera-Arroita, G. (2019). blockCV: An R package for generating spatially or environmentally separated folds for k-fold cross-validation of species distribution models. *Methods in Ecology and Evolution*, 10, 225-232.
- Verhulst, P. F. (1838). A Note on the Law of Population Growth. In: Mathematical Demography. *Biometrics*, 1977, vol 6. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-81046-6_37 [consultado el 3 de noviembre de 2023].
- Volterra, V. (1931). *Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie*. Gauthier-Villars, Paris, France.
- Zeeman, M. L.-(1995). Extinction in competitive Lotka-Volterra systems. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 123(1), 87-96.
- Zurell, D., Fritz S. A., Rönnfeldt, A. and Steinbauer, M. J. (2023). Predicting extinctions with species distribution models. *Cambridge Prisms: Extinction*, 1(8), 1-10.

GLOBAL TRENDS AND THE ROLE OF A CIRCULAR BIOECONOMY FOR A SUSTAINABLE AND JUST TRANSITION

Dra. Francesca Bonelli

Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Dr. Piergiuseppe Morone

Bioeconomy in Transition Research Group at Unitelma Sapienza University of Rome

Abstract

Mega-trends are the predominant shaping forces of the 21st century – not only due to their main characteristic (i.e., their large scale), but also due to their difficult to predict and wide-ranging impact on environmental, social and economic sustainability. The realisation of a circular, sustainable, bioeconomic model may support the more effective management of mega-trends. However, mega-trends, themselves, may impede the transition to a circular bioeconomy. This paper untangles the dynamics between these phenomena, with a specific focus on concrete strategies for achieving an equitable and sustainable transition. The feasibility and effectiveness of this transition should not be taken for granted. Thus, the underlying framework (i.e., the circular bioeconomy) demands a thorough assessment using well-developed, complex, methodological tools.

Keywords: mega-trends, circular economy, bioeconomy, sustainability transition, sustainability assessment.

Conflicts of interest: The authors declare no conflicts of interest.

1. Introduction

Over the past two decades, history has been shaped by what are commonly referred to as mega-trends, defined as ‘trends that occur on a large scale’ and

‘therefore affect large groups of humans, states, regions, and in many cases, the entire world’ (ESPAS, 2019). Notable among these are climate change, demographic change, urbanisation, economic growth, expansion of the global middle class and energy consumption. Given the significant, difficult to predict and wide-ranging impact of these trends on contemporary society, scholars, policy makers and institutions are seriously committed to measuring and quantifying their scope, in order to monitor and, eventually, address them.

This paper examines the effects of three mega-trends on the environment and the hoped-for sustainability transition: demographic change, economic growth and the expansion of the global middle class. These phenomena are interconnected and show different trajectories between world regions. In particular, their effects tend to differ between the Global North and the Global South.

The following section, while discussing the nature of these mega-trends and their implications for economic and social dimensions, outlines the urgent need for a transition from a linear, fossil-based model to one that is circular and bio-based. As outlined in the 2030 Agenda for Sustainable Development, mega-trends have significant consequences for the circular transition. This paper will maintain the argument that a responsible transition model promoting sustainability must be inclusive, extending beyond local borders and embracing various economic, environmental and social aspects.

2. Planetary boundaries and mega-trends: new challenges

To begin, we will address some big numbers. Despite the decelerating pace of global population growth, in mid-November 2022, the world population reached 8.0 billion, and it is further projected to reach 8.6 billion by 2030 (ESPAS, 2019; UN, 2017, 2022) and 9.7 billion by 2050, and to peak at nearly 10.4 billion in the mid-2080s (UN, 2022). Of note, it is anticipated that this significant population growth will be unevenly distributed across world

regions. In 2017, the UN Department of Economic and Social Affairs projected global population in the years 2017, 2030, 2050 and 2100, highlighting that the majority of the population will be concentrated in the continents of Africa and Asia. In more detail, the majority of population growth is projected to occur in sub-Saharan Africa and South Asia (ESPAS, 2019; UN, 2022) – an observation that has led the IMF (2023) to deem the 21st century the ‘African century’ (Stanley, 2023). In 2023, the population of Africa reached 1,460,481,772 (Macrotrends, 2023). By 2050, it is expected to reach 2.5 billion, with Nigeria becoming the world’s third most populous country (Stanley, 2023). By 2100, Africa is expected to account for 38% of all population growth, marking a 12% increase with respect to projections made for 2050 (UN, 2022). On the other hand, European countries, especially in Eastern Europe (i.e., Bulgaria, Hungary, Croatia) are expected to undergo population decline until 2050 at the earliest, given the current low levels of fertility (ESPAS, 2023; UN, 2022). With regard to the two population billionaire nations, China and India, in April 2023, the UN predicted that ‘China will soon cede its long-held status as the world’s most populous country’, with India already having achieved a population of 1,425,775,850 (UN, 2023). This projection, in fact, materialised. After China’s population peak in 2022, its population began to decline, and recent estimates anticipate a population of less than 1 billion before the end of the century (UN, 2023).

The implications of this demographic change are extensive. In the 1970s, Malthus’s ‘Demographic Trap’, highlighting the different pace of population growth and food production, raised concerns that population growth would not be matched by the availability of the resources required to meet the population’s needs. However, more contemporary research has underlined that there is no necessary link between population growth and increased hunger (Hassel, 2018). While it is true that countries that experience hunger usually show high levels of population growth, this does not mean that hunger is inevitable under such conditions. For instance, between 1992–2017, many of the most populous countries saw a decline in the Global Hunger Index (GHI) (Hassel, 2018). However, according to the World Food Program, food insecurity

rity is on the rise, affecting 345 million people in 79 countries in 2023 (WFP, 2023). Hunger crises, due to conflicts, climate change and the COVID-19 pandemic, are indeed a global threat, as evidenced by the 783 million people who faced hunger in 2022 (FAO, 2022). Globally, African countries have the highest GHI scores, representing a limitation to progress towards Sustainable Development Goal (SDG) 2 (i.e., to end hunger and all forms of malnutrition by 2030). Furthermore, there can be no doubt that the population boom will put pressure on resource use, especially in cities, where the majority of the population is expected to live. In fact, urbanisation is an additional and longstanding mega-trend that is projected to remarkably accelerate by 2030 (ESPAS, 2023). By 2050, 55% of the global population is expected to live in urban areas (OECD/European Commission, 2020), while material consumption is expected to reach 90 billion tonnes (UNEP, 2018). It is important to address this growing issue, by means of circular and sustainable strategies such as waste management and recycling, as well as responsible resource use and reuse (OECD, 2021).

Proceeding with the analysis, it is worth acknowledging that the above-described demographic trends also pose a distinct challenge in relation to the second mega-trend under discussion, referring to the global distribution of income and wealth. Concretely, economic growth tends to concentrate in certain areas of the world – usually in the hands of a few people in developed countries (known as the ‘affluent society’, in the terms of the Harvard economist John Kenneth Galbraith; Galbraith, 1998). Economic inequality across and between countries, as addressed by SDG 10, has risen to the international agenda as a priority problem, especially in light of the COVID-19 pandemic, global conflicts and crises, debt burdens, the rise in interest rates and increases in food and energy prices (UNCTAD, 2023). Inequality, unlike poverty, is ‘a relational concept that refers to differences between individuals or groups across different dimensions, such as economic or social’ (European Commission, 2022). Historically, global inequality (usually measured by the Gini coefficient) increased from the 19th century to the 1970s, with per capita income disparities widening between countries. However, in the second half

of the 20th century, a convergence process started: growth in GDP decelerated, especially in Asia, fostering an era of economic growth and development that ultimately led to a decline in global income inequality (Chancel et al., 2022). In other regions of the world (i.e., Sub-Saharan Africa), the convergence process was narrower in scope (IMF, 2022).

A 2023 UNCTAD report addressing wealth distribution and income inequality (Osakwe & Solleder, 2023) made a clear distinction between these phenomena, highlighting that, on a global scale, wealth inequality is the more significant issue. In 2021, the wealthiest 1% globally held 39.2% of global wealth and 19.1% of global income, while the top 10% possessed 76.1% of global wealth and 52.2% of global income. Less encouraging figures were observed for the bottom 50%, who held only 1.85% of global wealth and 8.5% of global income (UNCTAD, 2023). The report further differentiated wealth inequality across various global regions, showing that, in 2021, Latin America exhibited the highest levels of inequality (with the top 1% holding 42.5% of the regional wealth), followed by Asia and Africa (36.1%). The lowest levels of wealth inequality were found in Oceania and Europe. Over a 20-year period (1995–2021), extreme wealth inequality increased in Europe, Latin America, North America, and Oceania, while it decreased in Africa and Asia (though, as already discussed, these global regions still maintain high levels of wealth inequality). Nevertheless, the overall trend of wealth inequality decreased in 2022 (Shorrocks et al., 2023).

Consistent with the distinction made by the UNCTAD (2023), income inequality is currently rising, especially in developing low- and middle-income countries (LMCs), and more than 800 million people are currently living in conditions of extreme poverty (European Commission, 2022). This negative trend is most pronounced for within-country income inequality in the Global North. However, even in advanced economies, a sharp increase in income inequality, as evidenced by rising Gini coefficients, has been observed (IMF, 2017). For instance, an analysis of Forbes data by the Institute for Policy Studies estimated that, in the period 2020–2021, the overall wealth of all U.S.

billionaires reached 70.3% (Institute for Policy Studies, 2022). Moreover, the National Bureau of Economic Research reported that, in 2022, the share of America's wealth held by the nation's richest returned to its highest level, previously observed in the 1920s (Institute for Policy Studies, 2022).

A significant link exists between inequality and sustainable development. The 2030 Agenda for Sustainable Development and the SDGs – particularly goals 10 (reduced inequalities) and 8 (sustained inclusive and sustainable economic growth) – cannot be achieved under conditions of high inequality within and between countries. Thus, inclusive economic growth must be a central focus for all sustainability initiatives. Considering again the disruptive effects of COVID-19 and the Ukraine conflict on poverty levels, an equal and just transition is imperative, building on the collaboration and inclusion of the least developed countries (LDCs). Indeed, LDCs should play a pivotal role in the transition, and the upcoming Loss and Damage Fund, established at the COP28, 'could be a game changer if LDCs are among the main beneficiaries' (UNCTAD, 2023). To address the negative consequences of unjust economic growth and promote a green structural transition for all, it is crucial to consider solutions that tackle all dimensions of the transition: economic, social and environmental.

The issue of income (and wealth) distribution is closely correlated with another global mega-trend, as defined by the US National Intelligence Council (2012): the growing middle class. In fact, the extent of inequality within a country is associated with the size of its middle class, whereby the less equal the distribution of income, the smaller its middle-income population (Kochhar, 2015). Presently, the middle class represents 45% of the global population (Brookings Institution, 2021). By 2030, it is expected to reach 4.8 billion people (European Commission, 2023). The middle class can be defined in various ways. It can reflect the condition of enjoying 'stable housing, healthcare, educational opportunities (including college) for their children, reasonable retirement and job security, and discretionary income that can be spent on vacation and leisure pursuits' (Kharas & Gertz, 2010), or it may be defined

as an ‘upscaling of lifestyle norms; the pervasiveness of conspicuous, status goods and of competition for acquiring them; and the growing disconnect between consumer desires and incomes’ (Schore, 1999). In economic terms, middle-class individuals earn between USD 10–100 per day (Kochhar, 2015). Importantly, the expansion of the middle class is considered a desirable driver of fast and just economic growth, at both scientific and policy levels (Easterly, 2001; Murphy et al., 1989; OECD, 2019).

In 2021, *Crédit Suisse* published the ‘Global Wealth Report’, showing that, over a 20-year period (2000–2020), the global middle class tripled, reaching 1.7 billion people. The current growth of the middle class has been substantially shaped by the economic growth of Asian countries (especially India and China), where the largest proportion of the middle class is located and significantly expanding, thereby accelerating the convergence of per capita incomes globally (Bussolo et al., 2011). In 2021, China accounted for the highest share of middle-class membership (38%), while India contributed 9% and the African continent contributed 3% (*Crédit Suisse*, 2021). However, high-income individuals, indicating an unequal wealth distribution, were primarily located in other parts of the world: 42% in North America, 28% in Europe and 17% in the Asia-Pacific region (excluding China and India) (*Crédit Suisse*, 2021).

The World Bank (2013) has projected that, by 2030, developing countries will be responsible for two-thirds of global growth and half of global output. This will result in an unprecedented expansion of the global middle class. Two-thirds of this middle class will be located in China and India, where annual expenditures are expected to surpass the combined total of Europe and the US.

Now, let’s focus on the two giants, China and India. Since 2002, China has been enjoying rapid economic growth and transformation, resulting in a growing middle class. The National Statistics Bureau defines China’s middle class as a typical three-person household earning between RMB 100,000–500,000

(approx. USD 14,844–74,221 in 2022) annually (Hurun Report, 2018). In the period 2001–2011, the share of China’s middle-income population increased from 15% to 18% (Kochhar, 2015). Two years later, in absolute terms, 254 million people belonged to the middle class (Gustafsson et al., 2017). In 2017, the former Director of the Chinese National Bureau of Statistics stated that ‘China’s middle-income group surpassed 400 million people, or 140 million households’ (Hurun Report, 2018). Currently, China accounts for the largest middle-class cohort globally (Huld & Interesse, 2023), and in the period 2022–2030, a further 80 million people are projected to join (Chen et al., 2023).

For India, the projections are even more optimistic. As previously outlined, in April 2023, India’s population surpassed China’s for the first time (UN, 2023). India’s population trend differs from that of China, as China’s population is declining while India’s is continuing to grow (Pew Research Center, 2023). Thus, it is estimated that, between 2030–2035, India will surpass China in terms of middle-class population in absolute terms (Hamel & Tong, 2019). A generational trend is also observable, with China’s middle-class predominantly composed of individuals aged 45–65 years, and India’s mainly composed of millennials (Hamel & Tong, 2019).

Considering African countries, which are leading the population boom, the numbers are also positive. According to the African Development Bank (2011), over the last three decades, the number of middle-class Africans has tripled to 313 million. However, the problem on the continent lies in uncertainty. Due to strong income inequality within African countries, the middle class is a ‘floating class’; that is to say, its members may suddenly change their position, falling once again below the poverty line (Hall, 2013).

As the OECD (2019) declared, ‘the middle class is an engine for prosperity and economic growth’. Indeed, much research has shown that inclusive and fast economic growth is fostered by a strong and prosperous middle class (Banerjee & Duflo, 2008; Chun et al., 2011; Huld & Interesse, 2023; Kharas &

Gertz, 2010; OECD, 2019). A broad middle class not only stimulates growth through entrepreneurial innovation and the values its members promote (i.e., accumulation and savings), but it also contributes to market diversification and expansion through its substantial consumption power (Banerjee & Duflo, 2008). Furthermore, it plays a crucial role in fostering inclusive growth by advocating for a robust democratic welfare state and supporting growth-oriented policies and strategies (Birdsall et al., 2000; Chun et al., 2011). However, it is essential to consider the other side of the coin – consumerism (driven by societal pressure), desire for status and post-pandemic reopening and recovery efforts. In fact, the expansion of the middle class tends to have a significant impact on consumption patterns, triggering ‘an explosion in demand for housing and consumer durables’ (World Bank, 2013) and putting pressure on energy, food, natural resources and water.

While consumer choices and behaviours are increasingly leaning towards responsible consumption, an additional 1.3 billion people with increased purchasing power by 2030 will have an inevitable environmental impact (European Commission, 2023), especially considering China and India and the aftermath of the pandemic. As the Working Group on Strategic Foresight and Futures Research (2018) underlined, by 2030, ‘over 70% of China’s population could be middle class, consuming nearly 10 trillion dollars in goods and services, while India could be the largest middle class consumer market in the world’. Moreover, post-pandemic policy reforms and recovery packages aimed at stimulating consumer spending must focus on ‘build back better’ strategies, aligned with ‘long-term emission reduction goals, factoring in resilience to climate impacts, slowing biodiversity loss and increasing circularity of supply chains’ (OECD, 2020). Initially, the pandemic and its aftermath ushered in a grotesque era of consumption, perhaps best illustrated by the peculiar phenomenon of ‘flights to nowhere’.¹

¹ Given lockdowns and travel restrictions, flights were created to provide passengers with the experience of flying. These flights had no destination, but took off and landed at the same airport.

Considering the combined impact of these mega-trends on our planet, it is imperative that green and circular solutions be prioritised for economic growth. For the transition to a circular economy to be just, the new economic model must be socially, economically and environmentally inclusive. Such Inclusivity and social/economic equity cannot be taken for granted. Accordingly, the following section will focus on methods of measuring, evaluating and verifying these aspects of the transition.

3. Making the transition from a linear fossil-based to a circular bio-based model

The previous section illuminated the environmental, economic and social pressures posed by global mega-trends, given that the supply of natural resources is projected to fall short of the growing human demand for raw materials and manufactured goods. Consequently, sustainability, as defined by the United Nations Brundtland Commission (1987) as ‘meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs’, is a foremost concern. The shift to a sustainable model aims at valuing biodiversity, mitigating climate change, conserving natural resources, safeguarding natural capital and improving lives around the world. All of these objectives find concise representation in the SDGs.

In this section, we will focus on two primary economic models: linear and circular. Specifically, we will highlight their definitions, features, impacts and consequences, and illustrate how these opposing models have manifested cyclically over time, viewed from a historical perspective. Throughout the discussion, we will underscore the imperative of transitioning from a linear to a circular model, while also considering a third – complementary – sustainable model, referring to the bioeconomy.

Since the first industrial revolution (1760–1830), the linear model has dominated the economic landscape, serving as the reference model of the 20th century. As implied by the defining adjective, the linear economic model is

based on a straight, unidirectional sequence, as encapsulated by the paradigm ‘make-take-waste’. Through this sequence, materials and products move ‘from raw materials to waste’ (Ellen MacArthur Foundation). Thus, in simple terms, the linear economic model refers to a ‘system in which people buy a product, use it, and then throw it away’ (Knight, 2023).

Assuming an infinite supply of raw materials and energy, this model flourished during the industrial revolution. Associated with mass production, it grew the economy and ushered in rapid industrialisation. Indeed, the model – based on the extraction of raw materials, the transformation of these materials into products and their use until disposal as waste – generated value by producing and marketing the greatest quantity of products possible. Thus, the advantages of the model are primarily associated with material prosperity (i.e., GDP growth), as exemplified by the period 1900–2000, when GDP grew 20-fold (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Moreover, over this period, technological innovation, globalised supply chains and reduced labour requirements increased product quality and enabled the development of more affordable products.

However, the linear system relies on the flawed assumption of an infinite supply of resources. Consequently, the model jeopardises our ‘natural capital’, as it is resource and energy intensive, and primarily fossil-based (Ellen MacArthur Foundation, 2013). This reliance contributes to environmental damage, climate change, greenhouse gas emissions, depletion of natural resources, biodiversity loss, excessive consumption (in terms of both volume and distribution), waste generation and energy loss. Recent data underscore these concerns: between 2015 (the Paris Agreement) and 2021 (COP 26 in Glasgow), 11.5 Gt (gigatons) of raw materials were used (Circle Economy, 2022). Currently, land degradation results in an approximate annual cost of 40 billion USD globally (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Added to this, the European Union produces more than 2.2 billion tonnes of waste each year (European Parliament, 2023) and, by 2050, global waste is projected to increase by 70% (European Investment Bank, 2023).

To address the excessive use of resources and fossil energy and mitigate any negative environmental impacts, a new concept has been developed – or rather, revisited. Boulding first conceived the notion of circularity in 1966 (Boulding, 2013) and, in 1989, Pearce and Turner explicitly introduced it as an alternative economic model (Pearce & Turner, 1989). In broad outlines, the circular model dates back to the 19th century, when products and materials were either reused or left to decompose naturally (Aggeri, 2021). However, three major changes contributed to the shift of this model towards its opposite (i.e., the linear model): (i) the two industrial revolutions, which resulted in the generation of cheap energy, the development of chemicals, and electrification; (ii) the pasteurisation revolution and the rise of the hygienist movement, which deemed waste and organic matter the main triggers of epidemics; and (iii) the growth of consumerism and consumer society in the 1930s (Aggeri, 2021).

While the linear economic model reached its peak after the Second World War, and especially in the 1970s (Aggeri, 2021), the concept of the circular economy gained popularity in the late 2000s. Three major events triggered this shift: (i) the increase in commodity prices by almost 150% over the period 2002–2010, underlining an economic reliance on raw materials, as well as the price volatility of resources; (ii) China’s near-complete domination of rare earth materials, subjected to quantitative export restrictions; and (iii) alarming environmental changes (Aggeri 2021; East Asia Forum, 2022; Ellen MacArthur Foundation, 2013). These negative changes curbed economic growth, hindering global business profits and impacting consumer well-being.

Now, let us proceed to explore the concept of circularity, itself. While the linear model promotes swift consumer goods with a very short lifespan, the circular economy refers to a system aimed at maximising the product life cycle. This is achieved through cascaded processes such as maintenance, reuse, repair, reduction, refurbishment, remanufacture, repurposing, recycling, composting, sharing and leasing (Ellen MacArthur Foundation; European Parliament, 2023; Morseletto, 2020). The preliminary consideration of this

model adopts a systemic approach, emphasising the interdependency of the whole to its parts.

Within the ‘reuse-reduce-recycle’ paradigm (also known as the ‘3Rs’²) it is possible to keep products and materials within the economy, thereby minimising waste and creating additional value. Products are specifically designed ‘to fit within a biological or technical materials cycle’ (Ellen MacArthur Foundation, 2013). To promote the efficiency and resilience of this economic system, its key features include versatility, adaptivity and flexibility (Ellen MacArthur Foundation, 2013), which promote the use of different resources, giving priority to renewables.

The circular model, which fundamentally aims at restoring social, economic and environmental aspects (European Parliament, 2023; Ellen MacArthur Foundation, 2013), has various associated benefits. On the environmental front, it contributes to mitigating natural resource depletion and greenhouse gas emissions, as well as curbing energy and resource consumption. Additionally, it may protect land productivity and soil health. Economically, the advantages lie in terms of trade, as the model contributes to reducing dependency on raw material imports, thereby diminishing the risk of supply chain disruptions. Specifically, the circular economy stimulates innovation and technological development, fostering economic growth and offering increased profit for companies, while simultaneously promoting long-term competitiveness. From a socio-economic perspective, the development of circular technologies and business models contributes to job creation, both locally and globally, promoting growth in the number of skilled and semi-skilled jobs. This, in turn, can lead to the development of more durable and innovative products that enhance quality of life.

The concept of the circular economy aligns with and is directly linked to that of the bioeconomy (European Commission, 2018; OECD, 2018). Ac-

² In 2017, Potting et al. expanded the traditional 3R paradigm to a 9R version, which includes: refuse, rethink, reduce, reuse, repair, refurbish, remanufacture, repurpose, recycle and recover.

According to the European Commission, ‘to be successful, the European bioeconomy needs to have sustainability and circularity at its heart. This will drive the renewal of our industries, the modernization of our primary production systems, the protection of the environment and will enhance biodiversity’ (European Commission, 2018). Currently, several countries incorporate both concepts into their national strategies, viewing the combination as an effective driver of sustainability. For instance, the Italian Bioeconomy Strategy ‘proposes a transition towards a circular bioeconomy by integrating the bioeconomy and the circular economy models’. The bioeconomic model, particularly within the context of the Organization for Economic Co-operation and Development and the European Union, is thus considered an alternative to the linear fossil-based model.

In more detail, the bioeconomy refers to the use of renewable biological resources from the land and sea to create energy, materials and services (D’Adamo et al., 2021; OECD, 2009). Over the last decade, the concept has gained popularity at academic and policy levels, and many now acknowledge its powerful potential for contributing to economic growth, human well-being, climate change mitigation, natural capital restoration and biodiversity conservation (Aguilar et al., 2018; Bugge et al., 2019; European Commission, 2018; Philp, 2018). However, notwithstanding these benefits, both the bioeconomy and the circular economy are limited in the extent to which they may curb the excessive pressure on the environment posed by the heretofore analysed mega-trends (particularly excessive consumption and increasing demand). Often, models focus on economic growth, rather than sustainability or biodiversity (Kirchherr et al., 2017; Millar et al., 2018; Stephenson & Damerell, 2022). Moreover, rebound effects, whereby re-circulated products increase overall production rather than completely substitute in for new products, are a risk, and such effects could result in increased competition for land and biomass alternative uses, which in turn could negatively impact socio-economic indicators (e.g., food security, biodiversity loss) (Di Fulvio et al., 2019; Harvey & Pilgrim, 2010; Morone et al., 2023; Vera et al., 2022). This phenomenon is known as a sustainability trade-off.

The circular economy and bioeconomy models challenge the conventional measurement of economic progress (Gross domestic product - GDP) and advocate for new indicators that consider ‘the contributions of nature to economic activity and human wellbeing’ (Stephenson & Damerell, 2022), emphasising sustainability. However, given the numerous – often competing – definitions, the frequently unsynchronised policy agendas aimed at implementing circular and bioeconomy strategies, and the possible adverse impacts of these models (Morone et al., 2023; Stephenson & Damerell, 2022), there is considerable confusion regarding effective methods of monitoring their effects on sustainability. Nonetheless, it remains imperative to ensure that biodiversity goals and environmental, economic and social goals are achieved. Most importantly, the attainment of sustainability must not be taken for granted solely by considering the quality of the economic models, but through the monitoring of effective indicators that cover all aspects of sustainability. This will be the focus of the following section.

4. Measuring the sustainability of emerging production and consumption models

Circular bio-based products, originating from renewable resources and raw materials, are often inherently defined as sustainable. However, the sustainability of any product should be assessed through a consideration of its entire life cycle, rather than a sole focus on its final processes (i.e., manufacture and production). This approach, referred to as ‘life cycle thinking’, considers all stages of the supply chain, from the extraction of raw materials to the manufacturing, distribution, use, possible reuse/recycling and final disposal (Morone et al., 2023). Moreover, the thinking extends beyond environmental considerations and also addresses the aforementioned sustainability trade-offs.

Some of the theoretical methods that have been developed to implement life cycle thinking, taking into account environmental, economic and social aspects, include: life cycle assessment (LCA) for the environmental dimen-

sion, life cycle costing (LCC) for the economic dimension, social life cycle assessment (S-LCA) for the social dimension, life cycle sustainability assessment (LCSA) and multi-criteria decision analysis (MCDA) (Morone et al., 2023). While the first three methods focus on specific dimensions of sustainability, the latter two examine all three sustainability pillars simultaneously. This section will explore the features, functioning and limitations of these tools.

LCA, which assesses the environmental dimension, gathers and evaluates the life cycle of a product system, analysing the inputs, outputs and potential environmental impacts (ISO 2006a, 2006b). Currently, it is the most well-defined and developed tool for this purpose. The ISO standards 14040 and 14044 define the four methodological steps: (i) goal and scope definition, (ii) inventory analysis, (iii) impact assessment and (iv) interpretation. The first step establishes the basis for the analysis, first by identifying the aim and target audience of the study, then by defining the system boundary, which determines the stages and processes that will be followed throughout the LCA. Specifically, the system boundary establishes mass, energy and environmental relevance as ‘the cut-off criteria to exclude any significant inputs, outputs, or unit processes from a study’ (Morone et al., 2023). Moreover, a functional unit (i.e., a reference measure for the LCA) is defined. The second phase involves detailed data collection on energy carriers, raw materials, emissions (to the atmosphere, water and soil) and different types of land use for the given product system. This allows the number of inputs and outputs required by and generated by the product system to be calculated. Finally, a list of substances with corresponding quantities and units is established. In the impact assessment phase, inventory data are converted into indicator scores for environmental-issue impact categories, focusing on the potential environmental impact of the given product system. This assessment can be conducted by means of single- or multiple-issue methods. Whereas the former approach does not consider all environmental impacts related to the production system, the latter approach provides a more detailed analysis, generating two types of indicators: midpoints (i.e., impact categories) and endpoints (i.e. damage cat-

egories, such as human health and natural resources), with the latter generated from the wages and sums of the former. Endpoints, in turn, can be aggregated into a single score, facilitating a comparison of environmental damage across different scenarios. In the last phase, the findings of the second or third phase (or both) are discussed in combination with the previously defined goals and scope, to draw conclusions and recommendations. Notwithstanding its utility for the environmental dimension, LCA is unable to generate a comprehensive sustainability assessment, as it does not consider social and economic practices and impacts and it may assume environmental sustainability based only on detected eco-efficiency.

The short- and long-term economic performance of a product system may be assessed using LCC, which was recently renamed environmental life cycle costing (ELCC) (Swarr et al., 2011). Drawing on LCA, this renewed tool considers the entire life cycle of a productive system, including feedstock supply, consumption and the end of life. Moreover, it can also consider externalities and associated compensation policies (Hunkeler et al., 2008), making it a useful companion to LCA. Also in this approach, the ISO 14040 outlines four steps: (i) goal and scope definition, (ii) inventory cost analysis, (iii) cost aggregation and (iv) interpretation (Hunkeler et al., 2008; Morone et al., 2023). The first phase sets ‘the goal, the functional unit, system boundaries, allocation procedures and discount rates; states the viewpoint of the life cycle actor and subsequently develops a cost breakdown structure’ (Morone et al., 2023). If LCC and LCA are directly performed, LCC costs and LCA-identified input flows should be expressed in the same functional unit and pertain to the same system boundary. Among the most common scopes and goals are the definition of total costs for an actor, trade-offs, marketing and competitiveness assessments (Morone et al., 2023). In the inventory cost analysis phase, information that is directly linked to the pursued scope, mainly addressing cost differences and cost product allocation, is collected. However, the gathering of statistically comparable data can be challenging, due to variations over time. The third phase defines costs categories (pertaining to, e.g., development, materials or energy) and aggregates costs using

an appropriate indicator. In the last phase, the results of the previous stages are evaluated for completeness, consistency and sensitivity (ISO 14040/44, 2006), and a sensitivity analysis is carried out to identify the manner in which outputs respond to given variations in inputs. The limits of this approach lie in its time- and space- sensitiveness, as costs vary significantly across countries and time. Moreover, the combination of LCA and LCC may present several challenges, especially related to scope, goal alignment and the temporal features of each model. With respect to the latter, LCAS departs from a steady stage, while LCC is temporal by nature. Thus, the context in which the two methods are combined must be explicitly framed (Morone et al., 2023).

The final method focuses on the social dimension of sustainability, assessing social, socio-economic and sociological impacts throughout the entire product life cycle. Each life cycle stage is associated with the geographical location in which it unfolds, and social and socio-economic impacts are investigated for their effects on the six main stakeholder categories: workers, the local community, society, consumers, value chain actors and children (Morone et al., 2023; UNEP, 2020). Across the four steps (i.e., goal and scope definition, inventory analysis, impact assessment, interpretation), stakeholder involvement and the geographical context are carefully considered (Fauzi et al., 2019; Popovic & Kraslawski, 2015). In the initial phase, the goal, scope and functional unit are defined, with a focus on the social impact of a product or activity. In this process, it is critically important to consider stakeholder involvement. Typically, this is done by classifying subcategories according to stakeholder groups, ensuring precise alignment with the goal and scope of the S-LCA. Of note, the functional unit encompasses environmental and social aspects and is rarely defined by the unit of process output. The second stage involves data collection, hotspot assessment, a site-specific evaluation and an impact assessment (Morone et al., 2023). While the first phase is the most time consuming, the second is necessary to determine the most relevant subcategories. Specifically, the second phase refers to the identification of geographically-based unit processes, in which social risks and opportunities (i.e., hotspots) may be considered. The relevance of the identified subcategories to

the process output is then assessed through activity variables in the collected data (Norris, 2006). The third phase has three specific aims: the selection of impact categories and subcategories, the classification linking inventory data to specific subcategories and impact categories, and characterisation to ascertain results for subcategory indicators (Morone et al., 2023). Impact categories, derived from the S-LCA results, relate to social issues of interest to stakeholders. Subcategories, which reflect socially relevant aspects, reflect impacts within an impact category and describe and synthesise the various indicators (i.e., quantitative, qualitative, semi-quantitative) that were used for their definition. In S-LCA, subcategories can also be classified in accordance with stakeholder categories. S-LCA can assess impacts site-specifically, or require political information for its performance. Regarding interpretation, the focus is on socially important issues and critical methodological choices. Conclusions must align with the study goal, scope and requirements. Preliminary conclusions can be drawn to verify the consistency of these preliminary requisites, and if they are found to be consistent, the reporting of the results can proceed, with due consideration given to the involved stakeholders (especially in case-specific S-LCA) (Imbert & Falcone, 2020).

While the three above-described methods offer valuable insights, a full picture of all sustainability impacts, especially in light of the novelty and complexity of the examined areas, can only be achieved when LCA, LCC and S-LCA are combined with life cycle sustainability assessment (LCSA) and multi-criteria decision analysis (MCDA). LCSA was developed to examine ‘all environmental, social and economic negative impacts and benefits in decision-making processes towards more sustainable products throughout their life cycle’ (UNEP/SETAC, 2011). The most common indicators for this analysis vary according to the sustainability aspect considered, but they often include climate change and energy use for the environmental dimension, investment cost and net present value for the economic dimension, and accidents/safety risks and education for the social dimension (Martin et al. 2018). The simultaneous assessment of these indicators introduces several complexities (Morone et al., 2023; Zeug et al., 2020). Moreover, the method proves

quite effective for addressing end-of-life waste treatment, as it covers the environmentally friendly aspect of biodegradability.

MCDA is a formal tool for evaluating technical aspects and stakeholder values crucial for decision-making (Yilan et al., 2020). Its strength lies in its potential positive assessment of the three sustainability pillars simultaneously, making it a particularly useful tool for analysis of sensitive issues, such as agriculture and waste management (Falcone et al., 2016; Yilan et al., 2020; Yıldız Geyhan et al., 2020). Widely appreciated in the bioeconomy sector, MCDA can be employed alone or in combination with other life cycle tools (Finkbeiner et al., 2010; Morone et al., 2023; Mukherjee et al., 2020).

In conclusion, the combination of diverse methods is imperative for gaining valuable insight into the eco-efficiency, sustainability and desirability of the bioeconomic sector, to guide practical applications such as decision- and policy-making. A comprehensive assessment of all sustainability pillars is not necessarily achieved by considering merely ready-made seemingly green products. Rather, an effective methodology must be developed, embracing a results-oriented life cycle thinking perspective.

5. Conclusions

This paper has undertaken a multi-level analysis, exploring challenges, opportunities and ongoing sustainability initiatives at institutional and scientific levels. In doing so, it has advocated for a just, sustainable and bio-based transition. Current data and future projections underscore the imperative need for such a transition, which is already underway, driven by theories, economic models, policy interventions and institutional frameworks.

However, for a just transition to yield long-lasting, wide-ranging and fair outcomes, it requires careful monitoring and measurement. This necessitates a paradigm shift from an open ‘cowboy economy’ to a closed ‘space-

ship economy' (Boulding, 2013), as underlined in the third section. In more detail, the shift that is required involves a reconceptualisation of conventional assumptions, such as the infinite availability of resources, humans as the only dominant economic agents able to determine the use of natural resources, and the appropriateness of end-product-oriented production systems. Life cycle thinking, which is foundational to the new sustainability paradigm, underscores the need for a re-evaluation of these thought categories to usher in a circular, bioeconomic model. Such a model must consider the entire life cycle of a product, from 'cradle to grave', prioritising environmental, economic and social protection.

A circular, bioeconomic model is essential for addressing current and future mega-trends. As discussed in the initial two sections, mega-trends pose specific challenges, as they overlap with one other, point to a future that exceed planetary limits and carry concerning socio-economic and environmental implications. While a sustainable model may contribute to mitigating these negative effects of mega-trends, a further challenge posed by mega-trends is that they impede sustainability, especially at the level of a just and equitable transition that is accessible to all. A final challenge is that both mega-trends and sustainability lack clear definitions and outlines, since they simultaneously encompass different aspects.

Here, the relevance and importance of monitoring and assessment come into play. As pioneered by Boulding, the spaceship economy is measured by different elements: 'The essential measure of the success of the economy is not production and consumption at all, but the nature, extent, quality, and complexity of the total capital stock, including in this the state of the human bodies and minds included in the system' (Boulding, 2013). By definition, the circular bioeconomic model, along with the products it entails, is multifaceted and intricate, rather than simple. Thus, tools and models developed to measure it must stand up to this complexity, considering many different dimensions in order to assess the sustainability of a product and guide the stages of the transition. With the development of combined, dynamic tools and indica-

tors, the transition will be able to materialise not only in a renewed concept, but – most importantly – in effective, concrete strategies.

In conclusion, as emphasised throughout this paper, overcoming current and future challenges will require the adoption of an alternative, comprehensive and inclusive paradigm. Such a paradigm shift is needed to enable transformative and successful outcomes in pursuit of a just and sustainable future.

References

- Aggeri, F. (2021). From waste to urban mines: A historical perspective on the circular economy. *Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions, (Special Issue 23)*, 10–13. Retrieved from <https://journals.openedition.org/factsreports/6530#quotation>
- Aguilar, A., Wohlgemuth, R., and Twardowski, T. (2018). Perspectives on bioeconomy. *New Biotechnology, 40*, 181–184. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.012>
- Banerjee, A. V., & Duflo, E. (2008). What is middle class about the middle classes around the world? *Journal of Economic Perspectives, 22*(2), 3–28.
- Birdsall, N. (2010). The (indispensable) middle class in developing countries. In K. Kanbur & M. Spence (Eds.), *Equity and growth in a globalizing world* (pp. 157). World Bank.
- BIT. (2017). Bioeconomy in Italy. Retrieved from https://cnbbsv.palazzochigi.it/media/1768/bit1_en.pdf
- Boulding, K. E. (2013). The economics of the coming spaceship earth. In W. H. Fisher (Ed.), *Environmental quality in a growing economy* (pp. 3–14). RFF Press.
- Brookings Institution. (2021). *A long-term view of COVID-19's impact on the rise of the global consumer class*. Retrieved from <https://www.brookings.edu/articles/a-long-term-view-of-covid-19s-impact-on-the-rise-of-the-global-consumer-class/>

- Brundtland, G.H. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. UN-Dokument A/42/427. Retrieved from <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm>
- Bugge, M. M., Hansen, T., & Klitkou, A. (2019). What is the bioeconomy? In A. Klitkou (Ed.), *From waste to value* (pp. 19–50). Routledge.
- Bussolo, M., de Hoyos, R. E., Medvedev, D., & van der Mensbrugge, D. (2012). Global growth and distribution: China, India, and the emergence of a global middle class. *Journal of Globalization and Development*, 2(2). Retrieved from <https://www.rafadehoyos.com/recursos/China%20and%20India%20and%20the%20Global%20Middle%20Class.pdf>
- Chancel, L., Piketty, T., Saez, E., Zucman, G., et al. (2022) *World inequality report 2022*. World Inequality Lab. Retrieved from https://wir2022.wid.world/www-site/uploads/2021/12/WorldInequalityReport2022_Full_Report.pdf
- Chen, C., Li, S., Li, F., & Chen, B. (2023). *Mind the generation gap. Understanding generational divides and subdivides in the Chinese consumer market*. Boston Consulting Group. Retrieved from <https://web-assets.bcg.com/a1/00/f3778a2a4c1baaa2fc7733a00690/mind-the-generation-gap.pdf>
- Chun, N., Hasan, R., Rahman, M. H., & Uluba o lu, M. A. (2017). The role of middle class in economic development: What do cross country data show? *Review of Development Economics*, 21(2), 404–424. Retrieved from <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/28751/economics-wp245.pdf>
- Circle Economy. (2022). *The circularity gap report 2022* (No. 1–64). Circle Economy. Retrieved from https://assets.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/6543792887e495a73bab98ee_20220114%20-%20CGR%20Global%202022%20-%20report%20-%20210x297mm.pdf
- Crédit Suisse. (2021). *The 2021 global wealth report*. Crédit Suisse. Retrieved from [file:///C:/Users/User/Downloads/global-wealth-report-2021-en%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/global-wealth-report-2021-en%20(1).pdf)

- D'Adamo, I., Morone, P., & Huisingh, D. (2021). Bioenergy: A sustainable shift. *Energies*, *14*(18), 5661. <https://doi.org/10.3390/en14185661>
- Development Research Center of the State Council, & World Bank. (2013). *China 2030: Building a modern, harmonious, and creative society*. World Bank. Retrieved from <https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/China-2030-overview.pdf>
- Di Fulvio, F., Forsell, N., Korosuo, A., Obersteiner, M., & Hellweg, S. (2019). Spatially explicit LCA analysis of biodiversity losses due to different bioenergy policies in the European Union. *Science of the Total Environment*, *651*, 1505–1516. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.419>
- Easterly, W. (2001). The middle class consensus and economic development. *Journal of Economic Growth*, *6*(4), 317–335. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/A:1012786330095>
- European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Retrieved from https://www.qualenergia.it/wp-content/uploads/2018/10/ec_bioeconomy_strategy_2018.pdf
- European Commission. (2023). *Growing consumption*. Retrieved from https://knowledge4policy.ec.europa.eu/growing-consumerism_en
- European Commission. *Recovery plan for Europe*. Retrieved from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_en
- European Commission. (2022). *Reducing inequalities is essential to ensure sustainable development benefits all, especially furthest behind*. Retrieved from https://international-partnerships.ec.europa.eu/news-and-events/stories/reducing-inequalities-essential-ensure-sustainable-development-benefits-all-especially-those_en
- European Commission. (2018). *Sustainable & circular bioeconomy, the European way: Outcome report*. European Commission, Directorate-General

- for Research and Innovation. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0673&rid=10>
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Opportunities for the consumer goods sector*. (No. 1–112). Retrieved from https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/towards_the_circular_economy.ashx
- Ellen MacArthur Foundation. *What is the linear economy?* Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/what-is-the-linear-economy>
- European Parliament. (2023). *Circular economy: Definition, importance and benefits*. News European Parliament. Retrieved from <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/priorities/circular-economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- ESPAS. (2019). *Global trends to 2030: Challenges and choices for Europe*. Retrieved from https://ec.europa.eu/assets/epsc/pages/espas/ESPAS_Report2019.pdf
- FAO. (2022). *Hunger and food insecurity*. Retrieved from <https://www.fao.org/hunger/en/>
- Fauzi, R. T., Lavoie, P., Sorelli, L., Heidari, M. D., & Amor, B. (2019). Exploring the current challenges and opportunities of life cycle sustainability assessment. *Sustainability*, 11(3), 636. <https://doi.org/10.3390/su11030636>
- Finkbeiner, M., Schau, E. M., Lehmann, A., & Traverso, M. (2010). Towards life cycle sustainability assessment. *Sustainability*, 2(10), 3309–3322. <https://doi.org/10.3390/su2103309>
- Galbraith, J. K. (1998). *The affluent society*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Gustafsson, B., Sicular, T., & Yang, X. (2017). *China's emerging global middle class* (CHCP Working Papers No. 2017–14). Centre for Human Capital and Productivity, Department of Economics, University of Western Ontario. Retrieved from <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1126&context=economicscibc>

- Hall, J. (2013). Africa's middle-class: A factor favouring political stability. *Africa Conflict Monthly Monitor*, 2013(04), 4–7. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10520/EJC143103>
- Hamel, K., & Tong, B. (2019). *Look east instead of west for the future global middle class*. OECD Development Matters. Retrieved from <https://oecd-development-matters.org/2019/05/07/look-east-instead-of-west-for-the-future-global-middle-class/>
- Harvey, M., & Pilgrim, S. (2011). The new competition for land: Food, energy, and climate change. *Food policy*, 36, S40–S51. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.11.009>
- Hassel, J. (2018). *Does population growth lead to hunger and famine? Our world in data*. Retrieved from <https://ourworldindata.org/population-growth-and-famines>
- Huld, A., & Interesse, J. (2023). China's middle class – Growth, policy, and consumption. *China Briefing*. Retrieved from <https://www.china-briefing.com/news/china-middle-class-growth-policy-and-consumption/>
- Hunkeler, D., Lichtenvort, K., & Rebitzer, G. (2008). *Environmental life cycle costing*. CRC Press.
- Hurun Report. (2018). *China new middle class*. Retrieved from <https://res.hurun.cn/file/20190910/201909101434138176288.pdf>
- Imbert, E., & Falcone, P. M. (2020). Social assessment. In J.H Clark, & P. Morone (Eds.) *Transition Towards a Sustainable Biobased Economy*, (pp. 166–191).
- IMF. (2022). *Income inequality. Introduction to inequality*. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Topics/Inequality/introduction-to-inequality>
- IMF. (2017). *Fiscal monitor. Tackling inequality*. Retrieved from [file:///C:/Users/User/Downloads/fm1702%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/fm1702%20(1).pdf)
- Institute for Policy Studies. (2022). *Wealth inequality in the United States*. Retrieved from <https://inequality.org/facts/wealth-inequality/>

- ISO. (2006a). *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework*. ISO 14040., Pub. L. No. ISO 14040.
- ISO. (2006b). *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines*. ISO 14044., Pub. L. No. ISO 14044.
- Kharas, H., & Gertz, G. (2010). The new global middle class: A cross-over from west to east. *Wolfensohn Center for Development at Brookings*, 1–14. Retrieved from https://www.almendron.com/tribuna/wp-content/uploads/2016/08/03_china_middle_class_kharas.pdf
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A., & Hekkert, M. (2018). Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Knight, C. (2023). *What is the linear economy?* European Investment Bank. Retrieved from <https://www.eib.org/en/stories/linear-economy-recycling#:~:text=Linear%20economy%20is%20a%20system,line%20regarding%20recycling%20or%20reuse>
- Kochhar, R. (2020). A global middle class is more promise than reality. In Thompson, S. A. (Ed.), *The middle class in world society* (pp. 15–48). Routledge India.
- Macrotrends. (2023). Africa population growth rate. Retrieved from <https://www.macrotrends.net/countries/AFR/africa/population-growth-rate#:~:text=The%20current%20population%20of%20Africa,a%202.43%25%20increase%20from%202020>
- Martin, M., Royne, F., Ekvall, T., & Moberg, Å. (2018). Life cycle sustainability evaluations of bio-based value chains: Reviewing the indicators from a Swedish perspective. *Sustainability*, 10(2), 547. <https://doi.org/10.3390/su10020547>.
- Millar, N., McLaughlin, E., and Börger, T. (2019). The circular economy: Swings and roundabouts? *Ecological Economics*, 158, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>

- Morone, P., D'amato, D., Befort, N., and Yilan, G. (2023). *The circular bio-economy: Theories and tools for economists and sustainability scientists*. Cambridge University Press.
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Mukherjee, S., Sharma, P. K., & Kumar, M. (2020). Bioeconomy and environmental sustainability. In P. Rashmi, S. Samta, & M. Kumar (Eds.), *Current developments in biotechnology and bioengineering* (pp. 373–397). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64309-4.00016-7>
- Murphy, K. M., Shleifer, A., & Vishny, R. (1989). Income distribution, market size, and industrialization. *The Quarterly Journal of Economics*, 104(3), 537–564. <https://doi.org/10.2307/2937810>
- Norris, G. A. (2006). Social impacts in product life cycles – Towards life cycle attribute assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(S1), 97–104. <http://dx.doi.org/10.1065/lca2006.04.017>
- OECD. (2018). *Meeting policy challenges for a sustainable bioeconomy*. OECD Publishing. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264292345-en.pdf?expires=1703087465&id=id&accname=oid034661&checksum=4986196827685FE888B4766543DD4A0E>
- OECD. (2009). *The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>
- OECD. (2021). *Towards a more resource-efficient and circular economy. The role of G20*. OECD Publishing. Retrieved from <https://www.oecd.org/environment/waste/OECD-G20-Towards-a-more-Resource-Efficient-and-Circular-Economy.pdf>
- OECD. (2019). *Under pressure: The squeezed middle class*. OECD Publishing. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/689afed1-en.pdf?expires=1703000484&id=id&accname=oid034661&checksum=8633234E18EDC4367CE93C1B7B573360>

- OECD/EC. (2020). *Cities in the world: A new perspective on urbanisation*. OECD Urban Studies, OECD. <https://doi.org/10.1787/d0efcbda-en>
- Osakwe, P. N., and Solleder, O. (2023). *Wealth distribution, income inequality and financial inclusion: A panel data analysis* (No. 4). United Nations Conference on Trade and Development. Retrieved from https://unctad.org/system/files/official-document/wp-2023d3-no4_en.pdf
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1989). *Economics of natural resources and the environment*. Johns Hopkins University Press.
- Philp, J. (2018). The bioeconomy, the challenge of the century for policy makers. *New Biotechnology*, 40, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.004>
- Popovic, T., and Kraslawski, A. (2015). Social sustainability of complex systems. In A. Editor & B. Editor (Eds.), *Computer aided chemical engineering* (Vol. 36, pp. 605–614). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63472-6.00024-0>
- Potting, J., Hekkert, M. P., Worrell, E., and Hanemaaijer, A. (2017). *Circular economy: Measuring innovation in the product chain* (Report No. 2544). Planbureau voor de Leefomgeving.
- Schor, J. (1999). The new politics of consumption: Why Americans want so much more than they need. *Boston Review*, Summer.
- Schorrocks, A., Davies, J., Lluberas, R., and Waldenström, D. (2023). *Global wealth databook 2023. Leading perspectives to navigate the future*. UBS. Retrieved from <file:///C:/Users/User/Downloads/databook-global-wealth-report-2023-en.pdf>
- Stanley, A. (2023). *African century*. International Monetary Fund Finance and Development. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/09/PT-african-century>.
- Stephenson, P. J., & Damerell, A. (2022). Bioeconomy and circular economy approaches need to enhance the focus on biodiversity to achieve sustainability. *Sustainability*, 14(17), 10643. <https://doi.org/10.3390/su141710643>

- Swarr, T. E., Hunkeler, D., Klopffer, W., ... Pagan, R. (2011). Environmental life-cycle costing: A code of practice. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(5), 389–391. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0287-5>
- UN. (2022). Population. Retrieved from <https://www.un.org/en/global-issues/population>
- UN. (2017). World population prospects. Key findings and advance tables. Retrieved from https://population.un.org/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf
- UN Department of Economic and Social Affairs. (2023). *India overtakes China as the world's most populous country*. Retrieved from <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/PB153.pdf>
- UN Department of Economic and Social Affairs. (2017). *World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100*. Retrieved from <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100#:~:text=The%20current%20world%20population%20of,Nations%20report%20being%20launched%20today>
- UNCTAD. (2023). *The least developed countries report*. United Nations Publications. Retrieved from https://unctad.org/system/files/official-document/ldc2023_en.pdf
- UNEP. (2018). *The weight of cities – Resource requirements of future urbanization*. Retrieved from <https://www.resourcepanel.org/reports/weight-cities>
- UNEP. (2020). *Guidelines for social life cycle assessment of products and organizations*. Retrieved from <https://www.lifecycleinitiative.org/library/guidelines-for-social-life-cycle-assessment-of-products-and-organisations-2020/>
- UNEP/SETAC. (2011). *Towards a life cycle sustainability assessment*.
- Vera, I., Wicke, B., Lamers, P., ... van der Hilst, F. (2022). Land use for bio-energy: Synergies and trade-offs between sustainable development goals.

- Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112409. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112409>
- WFP. (2023). *Global food crisis*. Retrieved from <https://www.wfp.org/emergencies/global-food-crisis#:~:text=The%20world%20faces%20a%20global,in%2079%20countries%20in%202023>.
- Working Group on Strategic Foresight and Futures Research. (2018). Growth of middle class and consumption on a global level. Retrieved from <https://foresight.gov.gr/en/studies/Growth-of-middle-class-consumption-on-a-global-level/#:~:text=While%20the%20growing%20middle%20class,and%2050%25%20respectively%20by%202030>
- Yilan, G., Kadirgan, M. A. N., and Çiftçio lu, G. A. (2020). Analysis of electricity generation options for sustainable energy decision making: The case of Turkey. *Renewable Energy*, 146, 519–529. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.164>
- Yıldız Geyhan, E., Yilan, G., Altun- Çiftçio lu, G.A., and Kadirgan, M. A. N. (2019). Environmental and social life cycle sustainability assessment of different packaging waste collection systems. *Resources, Conservations and Recycling*, 143, 119–132.
- Zeug, W., Bezama, A., and Thrän, D. (2020). *Towards a holistic and integrated life cycle sustainability assessment of the bioeconomy: Background on concepts, visions and measurements* (UFZ Discussion Paper).

COMPLEXITY AND SUSTAINABILITY IN ENVIRONMENTAL ECONOMICS

Dr. Domenico Marino¹

Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

1. Introduction

In the current context of global challenges such as climate change and biodiversity loss, environmental economics has emerged as a crucially important field. This paper aims to explore the intricate relationships between complexity and sustainability within that field, emphasizing how a thorough understanding of these concepts is essential for formulating effective, environmentally sustainable economic strategies. Complexity in environmental economics refers to the web of interactions among economic, environmental and social systems. This complexity is not only a challenge but also an opportunity to promote innovation and resilience. On the other hand, sustainability focuses on the balanced and conscious use of resources, aiming for a balance between economic development, environmental protection and social welfare. Understanding the relationship between these two dimensions is crucial for guiding environmental and economic policies toward a more sustainable future.

2. Market failures, ecological problems and policies

In recent years, as the ecological problem became more acute, the natural environment began to be seen in the guise of a scarce resource; moreover, the level of environmental degradation made it clear that it would be impos-

¹ Mediterranean University of Reggio Calabria, dmarino@unirc.it, Corresponding author

sible to continue on a path that would lead to ecological disaster and that it was therefore time to think about environmentally compatible development. The failures of the market and its inability to regulate efficiently and equitably find in the economics of the environment one of the areas of greatest evidence. Pollution is, after all, the classic example that has been used since the most elementary courses in economics to introduce the concept of externalities. The task of economic policy is to find solutions to these market failures and to study regulatory mechanisms to reduce the level of pollution. The problem of environmental pollution is certainly an extremely important issue to solve because of its entire range of impacts on health, habits, and quality of life. The social costs transcend the purely economic sphere and drive the entire lives of the individuals affected. Moreover, the problem of pollution has a whole range of multifaceted aspects. One can study a particular type of pollution, which is pollution from urban traffic. There is a type of pollution related to industrial production and emissions from manufacturing plants. Pollution related to agriculture can be further broken down into those aspects related to pesticides and those aspects related to the excessive use of resources. Finally, there is derivative pollution, which typically manifests as a complex phenomenon characterized by being a phenomenon resulting from the concatenation of many causes. One of the most interesting profiles associated with the problem of pollution is that of sustainability. In economic terms, this aspect can be described as a problem of intergenerational equity. The economics of the environment and related policies have the primary objective of ensuring that future generations enjoy a level of resource use at least equal to that of current generations. Thus, the environmental problem is essentially a social welfare problem; therefore, the study of its economic implications must be considered within a market with special characteristics. Indeed, it is not possible to evaluate exactly in monetary terms the costs and benefits associated with environmental pollution. Environmental resources are by their nature scarcely renewable, and the damage produced by pollution is difficult to express through shadow prices. It should also be noted that in recent years, environmental awareness has developed considerably throughout the population so that the cost of pollution is becoming increasingly less socially acceptable. Monitoring and controlling pollution, especially urban

pollution, are necessary for decision makers who are accountable for the level of pollution and the resulting harm to the population. In relation to this, the lack of integrated systems for measuring the degree of pollution both in relation to urban areas and in other forms is noted in Calabria. In particular, this need is strongly felt in contexts in which individuals experience intense use and attrition of environmental resources.

Consequently, the fundamental problem of environmental policy is to implement a set of tools such that a predetermined level of environmental quality can be achieved. The tools available to the policy maker are as follows:

- Changing household and business decisions to reduce the rate of pollution
- Payment of subsidies to reduce emissions
- The regulatory approach consists of setting maximum quantities of emissions for enterprises or machinery
- Taxation of emissions
- Determination of an environmental quality target and tolerable emission level with subsequent sale of allowances
- Promotion of agreements aimed at reducing emissions
- Moral suasion

The choice of different instruments is certainly one of the most sensitive issues facing policy makers. To achieve optimal results, it is not enough to use only one tool; rather, it is necessary to use a set of these tools in a synergistic and integrated way. Therefore, it is necessary to have criteria to be able to evaluate the individual tools to decide *ex ante* which of them to use in addition to having a system for evaluating the results *ex post*.

The criteria that can be used to choose the most appropriate tools are as follows:

- Ecological impact
- Economic efficiency
- Information costs
- Management costs
- Practicability
- Time of implementation
- Type of problem
- Speed of change
- Problematic nature of the problem

At least in principle, the evaluation of a policy should be based on the level of welfare it produces. In particular, one can define an optimal policy or set of policies as the policy or set of policies that maximizes social welfare. Every environmental problem, as mentioned above, is characterized by being a multidimensional problem. That is, a very large number of variables and criteria must be taken into account to evaluate the effects. The optimization problem can therefore present several difficulties in an environment that is characterized by complexity.

3. Complexity in environmental economics

Complexity in environmental economics manifests itself through the network of interdependent relationships among ecological, economic and social factors. For example, the decision to reduce CO₂ emissions impacts the energy industry, the labor market, consumption patterns, and ultimately the ecosystem. This interdependence requires a holistic approach to policy formulation, where long-term vision and the ability to predict indirect consequences become crucial. In this context, traditional economic models, often based on assumptions of linearity and simplicity, prove insufficient. It is therefore nec-

essary to adopt approaches that take into account the nonlinear and dynamic nature of environmental systems. This implies the use of tools such as complex systems modelling and scenario analysis, which make it possible to anticipate chain reactions and interactions between various sectors. In environmental economics, complexity manifests itself in various ways, significantly influencing both the formulation and implementation of environmental policies. First, complex interactions occur between natural systems and human activities. For example, industrial activities can affect hydrological cycles, which in turn have effects on local and global economies. In addition, climate variability and environmental changes introduce additional layers of uncertainty and complexity. A key aspect of complexity in environmental economics is the interdependence of systems. Ecosystems, economic systems and communities are intrinsically connected. A change in one of these systems can have cascading effects on the others. Given its inherently complex and interconnected nature, environmental economics presents significant modelling and forecasting challenges. Traditional economic models are often ill equipped to handle the nonlinearity and dynamics of natural systems. This requires the development of new models and tools that can better capture these dynamics and provide more accurate and reliable predictions. The complexity of environmental economics has important implications for policy and economic decisions. Policies need to be flexible and adaptable to manage uncertainty and variability in natural and social systems. This requires a holistic approach that considers a variety of factors and possible outcomes. Decisions made without adequate consideration of complexity can lead to unintended and potentially harmful outcomes. Sustainability, in the context of environmental economics, refers to the responsible and balanced use of natural resources, ensuring that current needs are met without compromising the ability of future generations to meet their own needs. This concept extends beyond mere environmental protection to embrace social justice and economic efficiency. A truly sustainable economy requires a radical change in the way we produce and consume goods. This involves the introduction of clean technologies, the adoption of responsible consumption practices, and the development of policies that incentivize sustainable behavior. Important in this process is the concept of the

“circular economy,” which aims to reduce waste and reuse resources, forming a closed cycle of production and consumption. The interplay between complexity and sustainability in the environmental economy is particularly evident when considering responses to environmental problems. For example, the transition to renewable energy sources is not only a technological issue but also involves economic, social and political considerations. Complexities emerge in the management of these different aspects, and there is a need to balance often conflicting interests. A major challenge in this context is to develop policies that are both effective and flexible and capable of adapting to the rapid and unpredictable changes typical of complex systems. This requires an adaptive and participatory approach to economic policy, where continuous feedback and revisions of strategies are essential. This interaction manifests itself in various ways, from natural resource planning to climate change mitigation and waste management. One of the key aspects of the interaction between complexity and sustainability is the need for adaptability and resilience in economic and environmental systems. Complex systems are dynamic and unpredictable by nature, requiring strategies that not only address current issues but are also flexible and capable of adapting to uncertain future conditions. This means developing policies that take into account a wide range of possible scenarios, ensuring the resilience of ecosystems and communities. Effective management of complexity in the environmental sphere, then, requires a systems approach, which considers the interactions between different sectors and disciplines. For example, when dealing with the issue of climate change, an analysis that integrates economic, environmental, social and political aspects is essential. Such an approach requires interdisciplinary collaboration and the ability to see beyond the traditional boundaries of discipline. The integration of complexity and sustainability poses significant challenges in terms of policy and decision-making. The need to balance economic needs with environmental and social needs can lead to difficult trade-offs. For example, developing sustainable infrastructure may require significant short-term investments for long-term benefits, a challenge particularly evident in developing countries. Technological innovation plays a crucial role in the interplay between complexity and sustainability. The development of new technologies

can help reduce the environmental impact of economic activities and improve resource efficiency. However, technology alone is not a panacea; it must be integrated into a framework of sustainable policies and practices. In conclusion, complexity and sustainability in environmental economics are two sides of the same coin. Understanding the complex nature of environmental and economic systems is critical to developing long-term sustainable strategies. This requires a paradigm shift in the way we approach economic and environmental issues, favoring systemic and integrated thinking. Only then can we hope to address the current environmental challenges effectively, ensuring a sustainable future for generations to come.

4. Concluding Remarks

The analysis of the relationship between complexity and sustainability in environmental economics has revealed a close interconnection between ecological, social and economic systems, which requires, to be understood, a holistic and integrated approach that transcends the traditional view that considers these elements separately. Complexity represents not only a challenge to be addressed but also an opportunity to stimulate innovation and resilience, underscoring the need for a flexible and adaptive approach to environmental problem solving that can respond to changing and often unpredictable conditions. Sustainability is interpreted in a broader context that includes not only environmental protection but also social justice and economic efficiency. This implies substantial changes in production and consumption practices with the adoption of clean technologies and responsible consumption practices. In this framework, technological innovation plays a crucial role in reducing the environmental impact of economic activities. It is therefore necessary to integrate technology within a framework of sustainable policies and practices, avoiding looking for easy shortcuts as a solution to environmental problems. Finally, a paradigm shift that moves us toward more systemic and integrated thinking, which is essential for effectively understanding and managing the environmental challenges of our time, is essential. This approach, based on a holistic understanding of complex systems and consideration of the interac-

tions between different factors and possible outcomes, is critical to ensuring a sustainable future for generations to come.

References

- Ayres, R.U. (1998). Industrial metabolism: work in progress. In: van den Bergh, J.C.J.M., Hofkes, M.W. (eds) *Theory and Implementation of Economic Models for Sustainable Development. Economy & Environment*, vol 15. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3511-7_10.
- Boitani A., Grillo M. (1992). Some reflections on externalities. Coase Theorem and the endogenous determination of property rights. *Metroeconomica*.
- Buchanan J. (1969). External Diseconomies, Corrective Taxes, and Market Structure. *American Economic Review*. Volume 59, n.1.
- Cabajo, (1991). Accident and air pollution externalities in a system of road user charges. Informal paper, *World Bank*.
- Costanza, R, (1989). What is ecological economics?, *Ecological Economics*, Volume 1, Issue 1, Pages 1-7, ISSN 0921-8009, [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(89\)90020-7](https://doi.org/10.1016/0921-8009(89)90020-7).
- Diamond A., Hausman J. A. (1994). Contingent Valuation: Is Some Number Better Than No Number?. *Journal of Economic Perspectives*, 8, 3-17.
- Dasgupta, P. (1996). The economics of the environment. *Environment and Development Economics*, 1(4), 387–428. <http://www.jstor.org/stable/44379225>.
- Dasgupta, P., & Heal, G. (1974). The Optimal Depletion of Exhaustible Resources. *The Review of Economic Studies*, 41, 3–28. <https://doi.org/10.2307/2296369>.
- Dixit, A., Hammond, P., & Hoel, M. (1980). On Hartwick's Rule for Regular Maximin Paths of Capital Accumulation and Resource Depletion. *The Review of Economic Studies*, 47(3), 551–556. <https://doi.org/10.2307/2297306>.

- Hay e Trinder (1991). "Concepts of equity, Fairness and Justice expressed by Local Transport Policy Makers", *Environment and Planning C*, 9(4), pp.453-465.
- Hartwick, J. M. (1977). Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *The American Economic Review*, 67(5), 972–974. <http://www.jstor.org/stable/1828079>
- Kadekod, G.K. (1992). Paradigms of sustainable development, *Development*; (3):72-6.
- Kainuma M., Matsuoka Y., Morita T., Go Hibino (1999). Development of an End-Use Model for Analyzing Policy Options to Reduce Greenhouse Gas Emissions, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part C: Applications and Reviews*. Volume 29, n.3, p.317. August.
- Krautkraemer, J. A. (1998). Nonrenewable Resource Scarcity. *Journal of Economic Literature*, 36(4), 2065–2107. <http://www.jstor.org/stable/2565047>.
- Krutilla, J.V. (1967). Conservation reconsidered. *The American Economic Review*, 57, 777-786.
- United Nations (1997). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UN-FCCC), UN FCCC Secretariat, Bonn.
- Marino D., F.C. Morabito, B. Ricca (2001). Environmental Problems of Management in Uncertainty: Assessment of Technical Aspects and Policies in J.Gil Aluja (ed.): "*Handbook of Management under Uncertainty*", Kluwer.
- Papandreou, A.A. (1994). *Externality and institutions*. Oxford and New York: Oxford University Press, Clarendon Press,
- Pearce D.W., Quinet R.K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Hemel Hempstead.
- Perman R. (1994). The Economics of Greenhouse Effect. *Journal of Economic Surveys*, n. 8, 121-32.
- Pigou A.C. (1924). *The Economics of Welfare*. London.

- Ringquist,-Evan-J. (1993). Does Regulation Matter?: Evaluating the Effects of State Air Pollution Control Programs; *Journal-of-Politics*; 55, 4, Nov, 1022-1045.
- Ringquist,-Evan-J. (1995). Is “Effective Regulation” Always Oxymoronic?: The States and Ambient Air Quality; *Social-Science-Quarterly*; 76, 1, Mar, 69-87.
- Rutherford, M. (1995). Review of: Externality and institutions, *Journal-of-Economic-Literature*; 33(4), December, pages 1981-1983.
- Smith, V.K.; Vaughan, W.J. (1980). The Implications of Model Complexity for Environmental Management, *Journal-of-Environmental-Economics-and-Management*; 7(3), Sept., pages 184-208.
- Solow, R. M. (1974). The Economics of Resources or the Resources of Economics. *The American Economic Review*, 64(2), 1–14. <http://www.jstor.org/stable/1816009>.
- Stiglitz, J. (1974). Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths. *The Review of Economic Studies*, 41, 123–137 <https://doi.org/10.2307/2296377>.

ECONOMICS AND THE GOOD LIFE

Dr. Dobrica Milovanović

*Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

Abstract

It is generally accepted that the main role of the economics is to improve the well-being of people, which implies that they are healthy, safe, have comfortable apartments, a well-paid job, enough spare time, access to good services, healthy food and clean environment. However, there is a growing belief and concern that the currently dominant models in economics no longer provide an adequate approach to solving the problems of today's globalized and rapidly changing world. Unsustainable economic growth has a social, health and environmental cost. Our current economic models promote excessive consumption and individualism, further deepening socioeconomic and health inequalities. This threatens the health of our planet and thus the well-being of current and future generations. The challenges of economic crisis, inequality, hunger, climate change, wars and global pandemics have made our way of life more jeopardized and society more divided than ever. These crises force us to face the fact that current economic systems and structures are failing both people and the planet. Thus, in order to avoid a dark scenario and save our planet, we must move to a steady-state economy which is based on an integrated view of the economy as a subsystem of the finite and non-growing ecosphere. Economics needs to abandon a growth-at-all-costs mind-set, reorient itself to human well-being, and propose a series of measures on how to ensure social, economic and

environmental sustainability. In this article the following measures are considered: changing the way we measure progress, limiting resources use, restoring natural resources and biodiversity, introducing social cost pricing, restoring local production, reforming land ownership, limiting inequality, stabilizing the population, reducing working hours but restoring full employment, with simultaneous reform of the monetary system and the banking sector.

Keywords: economics, growth, environment, well-being, sustainability.

1. Introduction

We all want to live a good life and it should be natural to want the same for other people. Although quality of life is a highly subjective measure and varies according to personal preferences, our understanding is that a good life is made up of many different parts, such as: being healthy, safe, living in a decent home, having a good job, enough money, healthy food, access to good services, loving relationships, enough spare time and a clean environment.

Britannica.com states that “Quality of Life is the degree to which an individual is healthy, comfortable, and able to participate in or enjoy life events.”

Of course, we all have different perceptions. What makes me happy might not be the same as what makes you happy. OECD put that “Subjective well-being reflects the idea that the way people experience certain circumstances is as important as the circumstances themselves”.

It is understood that the primary purpose of economics is to contribute to enhanced wellbeing of people. Economists have often assumed this is best achieved through high economic growth. Nevertheless, experience shows that the pursuit of growth for its own sake can result in policies that harm the

wellbeing of large numbers of people. Threats of global climate change, as well as other environmental and social damage caused by current patterns of economic growth, intensify this concern.

We are witnessing that our planet is metaphorically speaking burning: global warming is on the scene, new temperature records are constantly being set, accompanied by long-lasting droughts, massive wildfires, increased flooding, intensified tropical storms, as well as the loss of ice at the poles, which causes sea and ocean levels to rise. Climate change is the most well-known, but not the only, sign of exceeding planetary boundaries.

In recent years many authors have questioned the equivalence of economic growth with growth in well-being and the quality of people's lives. They point out that wealth creation does not necessarily lead to broader improvements in the quality of life. In numerous cases, nations have similar Gross Domestic Product (GDP) levels or average income levels, yet differ substantially in levels of national health and education. At the same time, some poorer nations fare better than some richer nations in terms of life expectancy, infant mortality, and other indicators of well-being.

That is why objective welfare measures, such as income or employment, often tell an incomplete story of how people's lives are going. For instance, COVID-19 pandemic caused that life satisfaction declined, despite economic growth and improvements in living standards.

In addition to complementing objective measures, subjective well-being is also essential. Happiness and subjective well-being have a long tradition in economics.

Being happy and satisfied with life is something that many people strive for, either consciously or unconsciously. Also, subjective well-being is important because it greatly affects the productivity and creativity of people at work.

2. Measuring economic well-being

Economic well-being refers to the overall standard of living and quality of life of individuals and households within an economy. It encompasses various dimensions, including income, wealth, employment opportunities, access to basic goods and services, social support, and overall satisfaction with life. Measuring economic well-being involves a combination of objective and subjective measures. Various indicators are used to show economic well-being. Most common indicators are:

Gross Domestic Product (GDP): GDP is a widely used to measure the overall economic activity within a country. It is an indicator of the total value of goods created and services provided by a country in one year. However, GDP does not capture the distribution of income or well-being of individuals. And it treats many economic activities that are bad for human. In many cases, countries have similar GDPs but differ significantly in levels of national health or education.

Income and Wealth Distribution: These indicators provide insights into the degree of inequality within a society. For example, the *Gini coefficient*, which measures income inequality, and the distribution of wealth, helps to assess how well economic resources are distributed among different classes of the population.

Poverty and Basic Needs: Measuring the poverty rate and access to basic life needs (healthy food, clean water, housing and health care) is very important for assessing overall well-being. Indicators such as the poverty line and the Human Development Index (HDI) take into account factors beyond income in order to assess the overall living standard.

Employment and Labour Market Indicators: Employment and unemployment rates provide insight into the state of the labour market and the possibility of employing people. The assessment of the quality of employ-

ment, which includes wages, working conditions and job security, enables the assessment of economic well-being at the individual level.

Social Indicators: Social indicators include factors such as education, health care, social support and access to basic services. These indicators, which take into account non-economic aspects of people's lives (such as literacy rates, school enrolment rates, life expectancy, access to health facilities and social assistance programs) allow a better understanding of people's economic well-being.

Subjective Well-being: Subjective indicators include the individual's perceptions and assessments of his well-being. Conducting surveys that assess life satisfaction and overall subjective well-being provide valuable information about the personal perceptions of individuals.

It is important to point out that no single indicator can provide a comprehensive picture of the economic well-being of individuals. For this reason, it is necessary to use several different indicators, which enables obtaining a more comprehensive understanding of their economic well-being.

A renowned economist and Nobel Prize winner, Joseph Stiglitz recommended eight different areas in quality of life which should be considered. They are:

- Financial standard of living (income, consumption, wealth)
- Health
- Education
- Personal activities (including work)
- Government and political participation
- Social relations
- Environment (current and future conditions)
- Insecurity (both personal and economic).

3. The consequences of growth

Unsustainable economic growth has a social, health and environmental cost. The current economic models promote excessive consumption and individualism, further deepening socio-economic and health inequalities. This threatens the health of our planet and thus the well-being of current and future generations. The challenges of economic crisis, inequality, hunger, climate change, wars and global pandemics have made our way of life more jeopardized and society more divided than ever.

Therefore, our perception of “the good life” is not always in accordance with the sustainability of our planet. That is why many authors have questioned the equivalence of economic growth and the growth of people’s well-being. Until recently it was believed that there was no conflict between economics and ecology. That, at the same time, we can grow the economy and protect the environment. We can still hear such claims.

However, the obsession with economic growth puts us on the path to ecological collapse. It is destroying the foundations of life on Earth, and no country – rich or poor – can expect to escape the horrible consequences if things go on as they are. At the same time, no country on Earth is doing enough in order to prevent ecological collapse and climate change.

A global scientific study which involved 130 nations claims that industrial society pushed a million species to the brink of extinction. Plants and animals are vanishing tens to hundreds of times faster than during the past 10 million years.

The possibility of unlimited growth is an illusion that has been practised for decades and which helped to double the size of the global economy every 25 to 30 years, while eroding the very foundations of society.

This illusion states that the global economy, through technology development, can continue to grow annually by 2 to 3% still respecting our planet's environmental limits. Given how tightly environmental depletion and pollution have been tied to growth in the past, it is hard to believe in climate stability or biodiversity goals.

We should always keep in mind that since the beginning of the Industrial Revolution and in particular after World War II, there has been not only exponential growth of the economy, but also of the population. The non-living populations, such as buildings, cars, etc. have grown even more rapidly. So, now we live in a full world, but we behave as if it were still empty, with plenty of resources for the future.

Herman Daly explained that when the economy grows in physical dimensions, it takes matter and energy from the rest of the ecosystem. According to the laws of conservation of matter and energy (which states that matter or energy can neither be created nor destroyed), an economy must encroach on the ecosystem, diverting matter from previous natural uses.

More human economy (in other words more people and commodities) means less natural ecosystem. So, there is an obvious physical conflict between the growth of the economy and the preservation of the environment. Because the economy is a subsystem of the ecosphere.

Herman Daly gave a vivid example: In the past, the fish catch was limited by the number of fishing boats and fishermen. Now, it is limited by the number of fish and their capacity to reproduce. So, more fishing boats will not result in more caught fish.

That is why there is growing concern that presently dominant frameworks in economics no longer provide a way of adequately addressing the problems of globalising and rapidly changing world.

4. How economics can save the world?

Considering all the difficulties we are facing a fundamental question arises: What would have to change in economics in order to address the issue of how to protect and promote sustainable human well-being? And how economics can strike a balance between different stakeholders - policy makers, scientists, employers and citizens.

In his book *How Economics Can Save the World* Erik Angner offers a defence of economics as a way to lead a better life and build a better world too. He states that economics has always been about improving the world and helping people live more meaningful, satisfying lives. And that the economics will continue on the same path.

Multi-year scientific studies have concluded that only a fundamental economic transformation would allow the world to enable the sustainability of our planet. Finding the resources for those changes is not easy under our current global economic system which is focused on growth rather than well-being.

Ecological economists have distinguished growth from development. Definitely, technologies cannot serve as direct substitutes for natural resources (the material and energy). Daly says: “Ecological economics should seek to develop the steady-state vision and get beyond the dead ends of both economic imperialism and ecological reductionism. Of course, the question of the desired level of steady-state economy is crucial, and local, regional, and global ecological limits must be considered in fashioning effective policies.”

Therefore, everything indicates that economic science, above all, should abandon a *growth-at-all-costs mind-set*, reorient itself to human well-being, and make a series of proposals on how to ensure social, economic and environmental sustainability.

Thus, in order to avoid a dark scenario and save our planet, we must move to a steady-state economy which is based on an integrated view of

the economy as a subsystem of the finite and non-growing ecosphere. A steady-state economy is that one which develops qualitatively (by improvement in science, technology, and ethics) without growing quantitatively in physical dimensions. By aligning our goals, we can build a welfare economy that serves people and the planet. Such an economy would not harm people and the environment and avoid the need for costly interventions to repair the damage caused by the growth-based economic model. In a steady-state economy the population and the capital would no longer grow, although life would continue to improve.

At the same time, the concept that growth will trickle down to the poor and vulnerable has been proved to be completely wrong. Our experience teaches that when we invest in building the economy from the bottom up, or in the middle class, economic growth is likely to be better for everyone's pocketbook, over the long term. It also matters who participates in the economy, whether growth is permanent and sustainable, whether people have equal opportunities, and whether there is some minimum level of security and predictability associated with it. These issues are particularly important in rapidly changing demographic, social, environmental and economic environments.

This means that the economy must be inclusive; one in which there are expanded opportunities for broader shared prosperity, especially for those who face the greatest barriers to improving their well-being. Based on a broad range of input from experts, academics, peers, and public opinion, the Rockefeller Foundation defines inclusive economies by five inter-related characteristics:

- **Participation.** People have the opportunity to participate in economic life as workers, consumers or business owners and thereby influence their future. Transparency and general knowledge of rules and norms allow people to find work or engage in markets.
- **Equity.** All social classes, especially poor and socially disadvantaged groups, can take advantage of these opportunities. This allows unequal-

ity to decrease. People have equal access to adequate public goods, services and infrastructure, such as public transport, education, clean air and water.

- **Growth.** An economy produces enough goods and services to allow an increase in well-being. Economic systems are being transformed for the benefit of all, including especially poor and excluded communities. Economic growth is not only shown by indicators of economic output (such as GDP), but also includes other indicators that include general well-being.
- **Stability.** Individuals, communities, businesses and governments have a sufficient degree of confidence to invest in their future and an increased ability to predict the outcome of their economic decisions. Economic systems are increasingly resilient to shocks and stresses, especially disruptions with a disproportionate impact on poor or vulnerable communities.
- **Sustainability.** Economic and social wealth, which represents the social value of the entire set of assets (human-produced and natural capital) that contribute to human well-being is maintained over time, thereby maintaining intergenerational well-being. Therefore, decision-making must include the long-term costs and benefits, not just the short-term gains, of human use of our full asset base.

There are many measures proposed by various authors that can direct us towards the sustainability of our planet and thus towards the sustainability of humanity itself. Some of the proposed measures that can change our global economy into one based on well-being are as follows:

1. Replacing the GDP as an indicator of our progress. A wellbeing economy moves beyond the focus on Gross Domestic Product (GDP) and economic growth as our primary markers of progress, shifting towards in-

dicators that prioritise health, social and environmental outcomes for the people today and the generations of the future. Therefore, in order to create a well-being-based economy that saves our planet, it is necessary to replace the GDP. The GDP is an economic indicator of the total value of goods created and services provided by a country in one year, but not indicator of economic health. GDP does not make difference between sources of income. According to the Stiglitz et al., 2018, it is extremely difficult to display various aspects of social welfare, using only one numerical indicator. Since the indicator of GDP is used to measure production in the international methodology, it has been used as an indirect indicator of the level of economic development and well-being, as well as to describe the well-being of the population as a whole. Robert Kennedy expressed his concern about an indicator such as GDP: “Our GDP includes air pollution, cigarette advertising and ambulances that carry victims in disasters. But it does not take into account the health of our children, the quality of their education and the smiles on their faces.”

As the GDP doesn't measure well-being of the population and the use of natural resources, more effective indicators should be used. One measure that can be used instead of the GDP is the Genuine Progress Indicator (GPI). GPI measures the net benefits of economic activities, which means that not only the benefits are taken into account, but also the costs.

In 2010, then Prime Minister David Cameron launched United Kingdom's National Wellbeing Program. He said: “We will start measuring our progress as a country, not just by how our economy is growing, but by how our lives are improving.”

2. Limiting use of the natural resources. Natural resources are extremely important and therefore, we must reduce the use of these resources in order to protect the environment and thus humanity. The natural resources we conserve today will benefit our future generations. This measure should be implemented by respecting three key rules:

- (i) renewable resources should not be depleted faster than they regenerate,
- (ii) non-renewable resources should not be depleted faster than renewable substitutes are developed, and
- (iii) wastes from all resource use should not be returned to the ecosystem faster than they can be absorbed by natural systems.

3. Support the restoration of natural resources and biodiversity. Economics must support the restoration of natural resources and biodiversity because they provide many services that are critical to our survival and have a high economic value. For example:

- water is purified by filtering through soil and rock
- floods are controlled by rivers and streams
- flowers are pollinated by insects so that these plants can produce fruits as food
- different plants can be used for different medicines.

Natural processes are estimated to be worth between \$125 and \$125 trillion per year. This is almost twice the amount created by humans. However, as more and more wild areas are destroyed or polluted, these processes are slowly being lost. This is why supporting the restoration of the natural process is invaluable for strengthening the economy based on well-being.

4. Implementing social cost pricing. It means that customers have to pay the true costs of products or services, instead of being subsidised. It would dramatically decrease thoughtless consumption. But consumers may not appreciate higher prices. That is why the shift to social cost pricing needs to be supported by the government. This can involve implementing new taxes, for example, on greenhouse gas emissions.

Unfortunately, the present situation is often opposite - some industries that harm environment are subsidised, like fossil fuel industry, which receives annually \$5 trillion. To save our planet these subsidies should be given to industries that promote social and environmental health.

5. Restoring the local productions of food and other products. This has several advantages, including reducing the amount of greenhouse gas emissions, restoring local employment or food security. This can be encouraged by changing existing barriers such as trade agreements and export subsidies.

6. Reforming land ownership is also the measure which means returning forest and agricultural lands to people that will manage them in an environmentally and socially sound way, and contribute to increasing biodiversity. This positive trend can be supported by preventing further conversion of agricultural and forest lands.

7. Limiting inequality can help as well. Establishing minimum and maximum income limits, maintains differences large enough to preserve incentives but small enough to prevent the plutocratic tendencies of market economies.

8. Reducing working hours but restoring full employment: Under-employment is the price we pay for growth from automation, off-shoring, deregulated trade, or a cheap-labour immigration policy. Under steady-state conditions, productivity improvements would lead to expanded leisure time rather than unemployment.

9. Stabilizing population. In wealthy countries it can be done by removing incentives to increase population. In poorer countries the best is to provide education, access to birth control and equal rights for women.

Of course, all these and other measures should be supported by reforming the monetary system and the banking sector.

We believe that economics has the power to make the world a better, happier and safer place – a world more fit for human flourishing – in the manner that medicine cure disease. Economics really can save the world.

5. Conclusions

The traditional economics responds to the common needs of humanity and the planet in ways that do not address the heart of problems and do not make life better for all. In a wellbeing economy, responses would be focused on the individuals, but taking into account the long-term protection and regeneration of the environment. Thus, a wellbeing economics would be an economics that values what is the most important: health, education, communities and nature. In order to achieve this economics, above all, should abandon *a growth-at-all-costs mind-set*, reorient itself to human well-being, and make a series of proposals on how to ensure an equitable distribution of wealth, health and wellbeing, while protecting the planet's resources for future generation and other species – therefore, to ensure social, economic and environmental sustainability. What is encouraging is that a new way is already emerging, with inspiring examples around the world showing us the way. This paper provides an overview of possible measures that should be implemented in order to be on the road to a welfare economy.

References

- Aghion, P., Howitt, P. and Murin, F. (2011). The relationship between health and growth: When Lucas meets Nelson-Phelps, *Review of Economics and Institutions*, 2(1), 1-24.
- https://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Peter_Howitt/publication/22-101-1-PB.pdf.
- Angner, E. (2023). *How Economics Can Save the World: Simple Ideas to Solve Our Biggest Problems*. London: Penguin Business.

- Bhuiyan, M. F., and Szulga, R. S. (2017). Extreme bounds of subjective well-being: economic development and micro determinants of life satisfaction. *Applied Economics*, 49(14), 1351-1378. <http://hdl.handle.net/10.1080/00036846.2016.1218426>
- Bond, T. N., and Lang, K. (2019). The sad truth about happiness scales. *Journal of Political Economy*, 127(4), 1629-1640. <https://doi.org/10.1086/701679>
- Briguglio, M. (2019). Wellbeing: An economics perspective. In *Perspectives on wellbeing*, Brill Series, 145-157. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/45864>
- Bruni, L. (2020). Economics, wellbeing, and happiness: A historical perspective. In Maddison, D., Rehdanz, K. & Welsch, H. (Eds.), *Handbook on Wellbeing, Happiness and the Environment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 13-24.
- Clark, A. E. (2018). Four decades of the economics of happiness: Where next? *Review of Income and Wealth*, 64(2), 245–269. <https://doi.org/10.1111/roiw.12369>
- Council of the European Union. (2019). *The economy of wellbeing - council conclusions*. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11164-2019-INIT/en/pdf>
- Daly, H. E. (2015). *Economics for a Full World, Great Transition Initiative*. Available online: <https://greattransition.org/publication/economics-for-a-full-world>
- Daly, H. E. (2014). *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Beacon Press.
- Dalziel, P., Saunders, C. and Saunders, J. (2019). *Wellbeing Economics: The Capabilities Approach to Prosperity*. Springer Nature. London. <https://doi:10.1007/978-3-319-93194-4>

- De Neve, J.-E., Ward, G., De Keulenaer, F., Van Landeghem, B., Kavetsos, G., and Norton, M. I. (2018). The asymmetric experience of positive and negative economic growth: Global evidence using subjective wellbeing data. *Review of Economics and Statistics*, 100(2), 362-375.
https://doi.org/10.1162/REST_a_00697
- Diener, E., Lucas, R. E., and Oishi, S. (2018). Advances and open questions in the science of subjective wellbeing. Collabra. *Psychology*, 4(1), 1-49.
<https://doi.org/10.1525/collabra.115>
- Dolan, P., T. Peasgood, T. and White, M. (2008). Do we really know what makes us happy? A review of the economic literature on the factors associated with subjective well-being, *Journal of Economic Psychology*, 29, 94-122.
<https://doi.org/10.1016/j.joep.2007.09.001>
- Frank, R. H. (2003). Happiness and economics: How the economy and institutions affect human well-being. *Constitutional Political Economy*, 14, p.253.
- Frey, B. S. and Stutzer, A. (2010). *Happiness and Economics: How the Economy and Institutions Affect Human Well-Being*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Frey, B. S. and Stutzer, A. (2002). What Can Economists Learn from Happiness Research? *Journal of Economic Literature*, 40 (2), 402-435.
<https://doi.org/10.1257/002205102320161320>
- Haucap, J., Heimeshoff, U. (2014). The happiness of economists: Estimating the causal effect of studying economics on subjective well-being, *International Review of Economics Education*, 17, 85-97.
<https://doi.org/10.1016/j.iree.2014.08.004>
- Hayden, A. (2022). Reflections on Herman Daly's Economics for a Full World: His Life and Ideas, *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 18(1), 630-635,
<https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2108251>

- Hensher, M. (2023). The economics of the wellbeing economy: Understanding heterodox economics for health-in-all-policies and co-benefits. *Health promotion journal of Australia: official journal of Australian Association of Health Promotion Professionals*, 34(3), 651–659.
<https://doi.org/10.1002/hpja.764>
- Hofstetter, M. and Rosas, J. N. (2021). The poor and the rich: Preferences over inflation and unemployment. *Journal of Money, Credit and Banking*, 53(4):875–895.
<https://doi.org/10.1111/jmcb.12783>
- Hough-Stewart, L., Trebeck, K., Sommer, C. and Wallis, S. (2019). *WeAllIdeas: Little Summaries of Big Issues*, Wellbeing Economy Alliance.
<https://weall.org/wp-content/uploads/2019/12/A-WE-Is-WEAll-Ideas-Little-Summaries-of-Big-Issues-4-Dec-2019.pdf>
- Howarth, R. B., and Kennedy, K. (2016). Economic growth, inequality, and well-being. *Ecological Economics*, 121, 231-236.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.005>
- Jackson, T. (2017). *Prosperity without Growth: Foundations for the Economy of Tomorrow*. 2nd ed. Abingdon/New York: Routledge.
- Kapteyn, A., Lee, J., Tassot, C., Vonkova, H., and Zamarro, G. (2015). Dimensions of subjective well-being. *Social indicators research*, 123(3), 625-660.
<https://doi.org/10.1007/s11205-014-0753-0>
- Llena-Nozal, A., Martin, N., and Murtin, F. (2019). The economy of well-being: Creating opportunities for people’s well-being and economic growth, *OECD Statistics Working Papers*, OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/498e9bc7-en>
- McGregor, J. A. and Pouw, N. (2017). Towards an economics of well-being. *Cambridge Journal of Economics*, 41(4), 1123–1142.
<https://doi.org/10.1093/cje/bew044>

- Mikucka, M., Sarracino, F., and Dubrow, J.K. (2017). When does economic growth improve life satisfaction? Multilevel analysis of the roles of social trust and income inequality in 46 countries, 1981--2012. *World Development*, 93:447--459.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.01.002>
- Nikolova, E., & Sanfey, P. (2016). How much should we trust life satisfaction data? Evidence from the Life in Transition Survey. *Journal of Comparative Economics*, 44(3), 720-731.
<https://doi.org/10.1016/j.jce.2015.11.003>
- OECD (2020), *Beyond Growth: Towards a New Economic Approach, New Approaches to Economic Challenges*, OECD Publishing, Paris.
<https://doi.org/10.1787/33a25ba3-en>
- Pacetti, E. G. (2016). *The Five Characteristics of an Inclusive Economy: Getting beyond the Equity-Growth* / Emily Garr Pacetti - Dichotomy The Rockefeller foundation.
<https://www.rockefellerfoundation.org/blog/five-characteristics-inclusive-economy-getting-beyond-equity-growth-dichotomy>
- Polasky, S., Kling, C. L., Levin, S. A., Carpenter, S. R., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., ... and Lubchenco, J. (2019). Role of economics in analyzing the environment and sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5233-5238.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1901616116>.
- Rath, T., & Harter, J. (2010). *The economics of wellbeing*. Omaha, NE: Gallup Press.
http://www.ofyp.umn.edu/ofypmedia/focusfy/The_Economics_of_Wellbeing
- Spencer, D. A. (2023). Automation and Well-Being: Bridging the Gap between Economics and Business Ethics. *Journal of Business Ethics*, 187(2), 271-281.
<https://doi.org/10.1007/s10551-022-05258-z>

- Stiglitz, J., Fitoussi, J. & Durand, M. (2018). *Beyond GDP: Measuring What Counts for Economic and Social Performance*, Research Report, Editions OECD, p. 148. (hal-03393119).
<https://doi.org/10.1787/9789264307292-en>
- Victor, P. A., Dolter, B. (Eds.). (2017). *Handbook on Growth and Sustainability*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.
- Waddock, S. (2020). Wellbeing Economics Narratives for a Sustainable Future. *Humanist Management Journal*, 6, 151–167.
<https://doi.org/10.1007/s41463-021-00107-z>

CHAOS AND UNCERTAINTY IN A RESILIENT WORLD

Dr. Francesco Carlo Morabito

Miembro de la Barcelona Economics Network de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Abstract

Our world and life as you know it, in its diversity and richness, is strongly endangered because of numerous present and potential risks. In recent decades, many organizations, experts and citizens, all around the world, proposed possible solutions to the devastating future it seems we will meet. However, most of these “solutions” do not achieve the expected outcomes. In this work, it is argued that a change of **paradigms** is needed to face novel challenges. We should also focus on the **responsibility** of scientists and communities like RACEF and BEN in proposing these novel paradigms. Thus, innovative scientific models are discussed to predict future world dynamics (in simple cases, **chaotic behavior**), uncertainty that should be looked at as a Deep Uncertainty (**Info-Gap decision theory**), and the importance of **resilience** as an instrument to act *after* crisis, not as a tool of procedures to avoid crisis, often unavoidable.

A Planet in danger

Our **planet** as well as our **social life** in it increasingly exhibit fragility to both predictable and extreme events like the well-known changing climate conditions (with a slow time-scale) and the now frequent impulsive catastrophic weather (with a quick time-scale).

The design of our deeply infrastructured world (water, mobility, telecommunication, and energy networks and grids, hospital facilities, ...) and the related processes are ill-suited to address what is a novel form of uncertainty, **deep uncertainty**, related to wars, climate change, infectious spread, financial crises, excessive water and energy resources consumption.

As a further complication, we are living in the era of rising global economic uncertainty triggered by global shocks like **Brexit**, the **COVID-19** pandemic, and **war** in Ukraine and Israeli. According to the **International Monetary Fund**, global economic activity is experiencing a broad-based and sharper- than-expected slowdown, with inflation at the highest in several decades.

The concept of **resilience** can potentially yield a framework where to improve the chance of positively overcome uncertain future events by incorporating capabilities such as persistence, adaptability and transformability.

Existing formalizations of **resilience**, for example in the field of engineering, however, are dependent on some critical assumptions (i.e., stationarity, linearity, ergodicity, and well-characterized uncertainty), which can make them less useful in the presence of such **deep uncertainties**.

To deal with these novel perspective of planet's problems, the development of a discipline of **Decision Making** under deep uncertainty is currently developing. The scientists within RACEF certainly have a high potential to help developing novel procedures within this field, possibly introducing novel educational proposal in both Universities and Academies.

Uncertainty at a macro-scale

The concept of uncertainty has been deeply studied and developed by the President of RACEF and other members, also in the framework of fuzzy logic, that analytically measure uncertainty and its consequences.

Uncertainty impacts us all personally and plays on our negativity bias and our failure tolerance that, in turn, determines how we react to novel conditions and to crises.

Analyzing this notion in terms of problem domain, relevant theories, methods, and tools for handling uncertainty, as well as looking at the practical applications is thus certainly possible.

Uncertainty is not a new concept that has taken different meanings and emphases in various fields, including the physical sciences, engineering, statistics, economics, finance, insurance, philosophy, and psychology.

Uncertainty can be roughly defined as *limited knowledge about future*, past, or current events, thus raising the possibility of *diverse interpretation* of the future. It is not surprising that can be different possible evolutions of the present state in the nonlinear realm; however, our interpretation of the future state can affect the whole planet: it is imperative to limit the space of realizations of future variables to a controlled and observable subset.

The **extent of uncertainty** clearly involves *subjectivity*, since it is related to the satisfaction with existing knowledge, which is represented by the underlying values and perspectives of the various actors involved and the high number of decision options available to them.

Deep Uncertainty

As we all are well aware of, our society is facing unprecedented environmental and socio-economic changes such as climate change, artificial intelligence spread, and excessive and unprogrammed urbanization; many of the uncertainties associated with these changes cannot be easily quantified or removed from the analysis with typical mathematical approximations.

These types of uncertainty have been recently described within the novel perspective of **deep uncertainty**: in these kind of planetary problems, it is clearly difficult to agree on the relationships between the key driving forces of change in the **long-term** or on the **probability distributions or membership functions in fuzzy logic** used to represent uncertainty about those factors.

These various forms of deep uncertainties can actually involve all aspects of a **long-term strategic planning** problem, i.e., the external developments, the appropriate (future) system, and the evaluation of system outcomes by the relevant actors, like citizens and stakeholders.

It is certainly difficult to make decisions in the presence of deep uncertainty because the effect of decisions cannot reasonably be predicted, at least with the prescribed accuracy, and the desirability of outcomes cannot always be agreed on or suitably valued.

However, as previously noted, decision-making for the future of our planet depends on the ability of human-kind to anticipating change.

The related **predicted scenarios** are becoming increasingly difficult, thus creating anxiety, although novel computer infrastructure are more and more able to cope with computationally intensive tasks (e.g. weather prediction at large spatial scale and in the long term horizon, market evolution on a medium-scale term).

Our behavior (also as **scientists**) is largely based to conform **short-term decisions** to **long-term objectives** and to consider and prepare for rare (?) events.

Decision makers feel decreasing confidence in their ability to anticipate correctly future technological, economic, anthropological and social developments.

It comes out that not in any case the future changes in the system and the multiplicity and time-varying preferences of stakeholders regarding the system's outcomes are no longer predictable with standard tools. In case of deep uncertain conditions, for example, would be good to run a "backward" analysis; in particular, to measure how sensitive are the decisions to conditions and modify the strategy possibly in terms of robustness. This kind of approach is commonly used in control systems, where the feedback action can correct the present state in order to better fit the selected metric of estimation accuracy.

In the novel strategies to be implemented, it should be given more importance to the context on the effectiveness of a decision support method under deep uncertainties. In this regard, in the related literature institutional, organisational and individual contexts have often been overlooked.

Sources of Deep Uncertainties

For the survival of **life in our planet**, it appears that relevant decision-making is dependent on:

1) the consequences of quick **climate change**; 2) the future demand for and means for providing **mobility**; 3) the planning of **mega-scale infrastructure** project; 4) the selection of appropriate **energy sources** to rely on in the next decades; 5) the role of **artificial intelligence and genomics** in health-care; 6) the development of **smart cities** in a context where the model is towards **big cities**; 7) the preparation to the onset of **rare events** like a **natural disaster** (... not so rare); 8) **financial crises, wars, terrorist attacks**

Some examples of factors inducing deep uncertainty are the exceptionally growing oil and gas prices, the changing government policies regarding fossil fuels and the related rise of alternative and/or renewable energy, the change in electricity generation and distribution as well as the growing and legitimate public concern over climate change.

DU: Tools and Methodologies

Scientists should take the responsibility to propose innovative instruments and methodologies for design and decision making under deep uncertainty.

In particular, some relevant questions should be appropriately answered.

1) Are there actually any tools and methodologies for decision-making under deep uncertainty? Are these methods affordable?

2) How to design strategic plans under deep uncertainty, and to testing them in the real-world scenarios?

3) How implementing these plans in the real world?

4) What decision-making under deep uncertainty is?

One way could be finding some modification of the traditional approaches and tools to include the analysis of newly proposed techniques. However, fresh novel methodologies can also be devised. Some possibilities to improve design strategic plans under deep uncertainty are below listed:

Robust Decision Making, Dynamic Adaptive Planning, Dynamic Adaptive Policy Pathways, **Info-Gap Decision Theory**, Engineering Options Analysis, and **Chaos Engineering**.

In the next sections, the Info-Gap and Chaos Engineering methodologies are briefly discussed.

Dealing with Deep Uncertainty

One of the most interesting innovative approach for dealing with deep uncertainty is the recently proposed Info-Gap theory.

Info-Gap Theory (IG) identifies management options that perform acceptably well under a wide range of conditions; seeking **robustness** rather than **optimality** in a process known as robust-satisficing.

A strategy of satisfying robustness can be described as one that will satisfy the minimum performance requirements (*performing adequately* rather than optimally) over a wide range of *potential scenarios* even under future conditions that deviate from the best estimate.

In other words, in this innovative approach, we search a trade-off between accuracy of the estimation and its robustness to external modifications of the conditions under which the predictions have been carried out.

Info-gap begins by constructing a representation of the *uncertainty*, which is then used to estimate the consequences of alternative decisions provided exogenously to the analysis

The approach informs decision makers by providing them with trade-off curves that compare these strategies according to two criteria called “*robustness*” and “*opportuneness*”

The “robustness” of an alternative is the greatest horizon of uncertainty up to which that alternative satisfies critical outcome requirements and “opportuneness” of a decision alternative is the lowest horizon of uncertainty at which that decision enables better-than anticipated outcomes

The traditional model is titled here **Predict and Act**: make a prediction of what the future conditions will be; based on that prediction, make a decision

These types of methods work well when uncertainties are small, when decisions are insensitive to changes, and when you’re confident about the future.

But when uncertainties are deep, “predict then act” methods can break down as decision makers and analysts develop their own form of “tunnel vision” in which they focus on particular concerns and motivations without seeing the big picture.

As shortcomings are identified, this can lead to decision-making gridlock or unexpected outcomes.

Under conditions of deep uncertainty, it emerges that uncertainties are often underestimated, competing analyses can contribute to gridlock, and misplaced concreteness can blind decision makers to surprise.

Decision Making Under Deep Uncertainty (DMDU) begins with a proposed strategy and continues with stress tests of that strategy using multiple model runs to understand how that one strategy would perform under a range of plausible future conditions

Stress tests identify conditions under which a proposed strategy performs well and conditions under which it performs poorly

Resilience on a macro scale

In **uncertainty** you can use many tools to assess the probabilities of certain events occurring and to *monitoring* the related patterns and trends; there are means to evaluate the risks, and even plan investing in opportunities.

In recent years, scientists are focusing on the novel concept of resilience that can be of help to minimize the impact of unpredictable events in the course of systems’ evolution.

Resilience characterizes a system’s ability to retain its original function when perturbations happen. In this specific definition it is apparent the interplay between resilience and chaotic behavior.

A lot of studies focused on **small-scale resilience**, although knowledge on resilience in **large-scale** networks and systems, considering interactions between components is quite limited. As a consequence, there is a need of developing analytical tools to extract the relationships between topology and dynamics across network scales, which means at different resolutions.

The **effect of uncertainty** in a large-scale networked system is not clear, especially when uncertainties cascade between connected nodes. A **graph** approach could help to consider the distributed effects of nodes considering the parameters of the links between nodes.

It is difficult but important to analytically quantify **resilience** uncertainty across the network resolutions (macro-to-micro scales), to improve estimating the resilience subject to parameter uncertainties with arbitrary distributions.

In particular, one of this quantitative approach to measure resilience has been recently proposed in a quite simple context: the resilience margin.

In a networked world, the ability to identify the probability of a node in losing its resilience and how the different model parameters contribute to this risk is crucial to generate models that can well reflect reality.

Uncertainty and Chaos

In dynamical **chaos** the future directions of the trajectories depend on *nonlinear effects*, and, unfortunately, it is not possible to step back and change the future patterns.

Chaos is neither deterministic nor random, it is something in between with *infinite possibilities* of trajectory evolution.

In the field of dynamic systems, chaos theory has been introduced to interpret phenomena like bifurcations, quasi-periodic behaviors, and has been reproduced in electric circuits. It has been shown that the complexity of a system is well represented by dynamics which are neither random nor deterministic. To achieve a more resilient state in conditions of deep uncertainty, it is appropriate to model chaos. In engineering, this has been already implemented to anticipate future potential failures.

Chaos engineering

Chaos engineering can be defined as the practice of subjecting applications and services to real-world stresses and failures. The goal is to build and validate resilience to unreliable conditions and missing dependencies.

Chaos engineering is a discipline that studies how these failures can occur and provides methodologies to help avoid them. By understanding the root cause of failures, chaos engineers can develop plans to prevent or mitigate them.

Chaos engineering does not imply creating chaos, but using controlled experiments to identify potential points of failure in a system before they cause problems. In such a way, chaos engineers can proactively prevent outages and other disruptions.

Chaos engineering does intentionally inject faults into a system to test its resilience. The goal is to identify potential failure points and correct them before they cause an actual outage or other disruption.

The basic principles of chaos engineering can be resumed as follows:

1) Plan: Decide about what has to be tested and how to do so. This implies to create a hypothesis. What could go wrong in a system? What are some potential vulnerabilities that can be exploited?

2) Experiment: Inject faults into the system and see how it reacts. Fault injection is simply the process of introducing a problem into an existing system to expose a vulnerability.

3) Analyze: Use the data gained from the experiments to identify potential weaknesses and failure aspects.

4) Mitigate: once an issue is determined in the experiment, the next step is to try to mitigating it.

Exposing system to flaws is necessary to make it more robust. Chaos engineering can help to limitating or avoiding outages and other failures by understanding the dynamics of the system under analysis. By identifying potential failure points and correcting them before they cause problems, the possibility of facing crises are reduced.

Conclusions

The future of life as we interpret today it is in danger; scientists share responsibility to help predict by something more than simply extending previous available paradigms to predict. Thus, they are responsible for proposing new paradigms.

In particular, concepts like Chaos, Deep Uncertainty and Resilience should be well developed to move from short-term to long-term predictions.

References

Muriel C. Bonjean Stanton, Katy Roelich (2021). Decision making under deep uncertainties: A review of the applicability of methods in practice, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 171, 120939.

Julie Shortridge, Terje Aven, Seth Guikema (2017). Risk assessment under deep uncertainty: A methodological comparison, *Reliability Engineering & System Safety*, Volume 159, 12-23.

Rosen, A. (2022). Resilience at the Edge: Strategies of Small-Scale Societies for Long-Term Sustainable Living in Dryland Environments. In: Izdebski, A., Haldon, J., Filipkowski, P. (eds) *Perspectives on Public Policy in Societal-Environmental Crises. Risk, Systems and Decisions*. Springer

Ayyoob Sharifi (2019). Resilient urban forms: A macro-scale analysis, *Cities*, Volume 85, 1-14.

<https://medium.com/@bijit211987/enhancing-resilience-with-chaos-engineering-and-disaster-recovery-exercise-fa79ff47f98f>

https://education.dell.com/content/dam/dell-emc/documents/en-us/2023KS_Shaista-Chaos_Engineering_A_Journey_into_Resilience.pdf

RECOGNIZING THE PLANETARY BOUNDARIES: A PARADIGMIC CHANGE FOR THE ECONOMY

Dr. Jean-Pierre Danthine
*Académico Correspondiente por Suiza de la Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*

The foundations of our mixed economic system

With the recognition of the existence of planetary boundaries, several of which have already been exceeded, our economic system is faced with a critical challenge. In order to understand the dimension of the needed transformation, we must reexamine the foundations of this system.

Our mixed economy is one where the allocation of resources *primarily* occurs through a network of markets, guided by prices. It is said to be mixed, however, because state interventions are also needed subsidiarily for a satisfactory outcome to be reachable. The legitimacy of such a system resides in the action of what Adam Smith named the “invisible hand”. The invisible hand of Adam Smith asserts that, under certain hypotheses, the pursuit of self-interest and profit may not be in contradiction, and in fact may be well aligned, with the promotion of the common good. This is very counterintuitive and often misunderstood, but Adam Smith’ assertion has been formalized and demonstrated by some of the most celebrated theorems of economics. The so-called “Welfare Theorems” are the culmination of a long lineage of research, originating in Adam Smith, continued by Leon Walras¹ and Vilfredo Pareto², and completed by K. Arrow and G. Debreu³.

It is worth noting the ambition to deliver a satisfactory⁴ allocation of resources in a decentralized fashion through a system of markets is very much

1 Léon Walras. (1874). *Eléments d’économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale*. Lausanne.

2 Vilfredo Pareto. (1964). *Cours d’économie politique*. Giovanni Busino ed., Genève, Librairie Droz.

3 Kenneth J. Arrow et Gérard Debreu. (1954). The Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. *Econometrica*, vol. XXII, 265-90.

4 Efficient in the sense of Pareto

aligned with a natural aspiration for individual freedom. Decentralization through markets, when it is justified, enshrines the ability of individuals to decide for themselves without being imposed specific prescriptions by the collective. This is not a statement of the primacy of the individual over the collective but the consequence of the demonstration that the pursuit of individual interest may not conflict with the achievement of the common good. While this applies to economic decisions, it goes hand in hand with the aspiration for a similar level of decentralized decision making at the political level which is the essence of democracy.

The invisible hand often works, but it does not always work. It needs to be *helped* and sometimes *completed* by centralized interventions, interventions by the Collective at one level or another (most often the State). First, it must be completed because there is no guarantee that the efficient outcomes that the invisible hand permits achieving will be judged equitable by Society. Redistributions of resources to arrive at a fair allocation naturally fall on the shoulders of the Collective. Second, it must be helped, because the key regulation mechanism on which an efficient outcome depends is the existence of competition among producers. And there all sorts of circumstances under which the competition may be weak, distorted or unfair. Here as well, the responsibility to ensure sound and fair competition falls on the Collective. This means for instance that if the size of a market cannot support a sufficiently large number of competitors, appropriate regulation is called for to ensure that the monopolist or oligopolists do not exploit their position at the expense of consumers. We also need to make sure that informational frictions do not prevent consumers from exercising their disciplining role, that is, are in position to discriminate among producers' alternative offers and thus steer the market towards the best price-quality combinations of products or services.

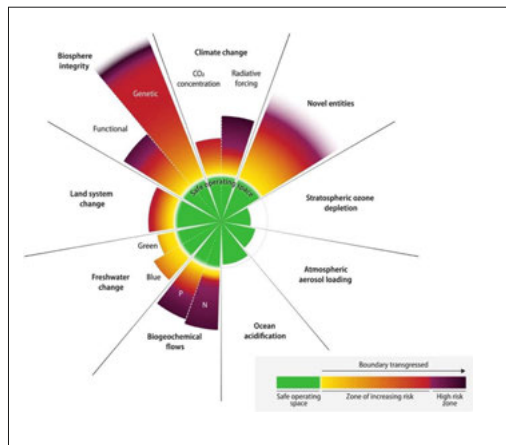
Finally, it stands to reason that the market system can only function if markets exist for everything that matters for citizens and consumers. In the absence of markets, a situation that goes under the name of "externality", the market system cannot deliver on its own and a centralized intervention is again necessary. It is here that the critical concept of planetary boundaries comes into play. Before we discuss its implications in the next section, let us add that

a diagnosis that a centralized intervention is necessary does not guarantee that any State intervention will be beneficial. This is the case because, somewhat in parallel with the possibility of market failures discussed above, the possibility of various government or State failures – associated with democratic weaknesses such as populism, electoralism, corporatism (lobbies) and bureaucratic rigidities – is very much present. In a liberal perspective, with the objective of maximizing the space of individual freedom one would resist the call to collective interventions when the latter are not deemed necessary or when there is no guarantee that they will lead to a clear improvement of the final outcome.

The limited capacity of our planet

The planetary boundaries, as represented in Figure 1, can be viewed as a framework to describe limits on the impact of human activity on our planet: beyond these limits, the environment may no longer be able to self-regulate. The most publicly known related problem is the climate warming impact of the CO₂ emitted as a byproduct of most economic activity and in particular the burning of fossil fuels to generate energy.

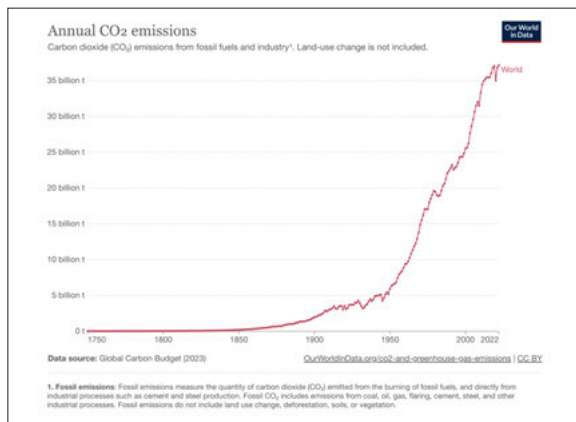
Figure 1. The planetary boundaries



Source: Richardson et al. 2023, September update.

Figure 2 shows the extreme growth of our CO₂ emissions over time, an evolution that is the result of the twin facts that there are many more of us and that we have become globally richer. This explains why the problem has escaped us until relatively recently: quasi mathematically, we produced ½ of our CO₂ emissions when the world population was ½ of what it is today (i.e. it is currently 8 billions and was about 4 billions in 1974) ; and, ceteris paribus, we produced approximately, ¼ of current emissions when this reduced population had a per capita GDP half as high as it is today.⁵ In other words, a few decades ago human activity was conducted within the safe operating space of Figure 1 and the problem we discuss here was meaningful only in anticipation of future trends (from which one could easily forecast the collision course that we are experiencing today). This evolution explains that in 2009 when the planetary boundaries concept was first introduced, it was estimated that two of the boundaries had been violated while by the latest estimate (September 2023) 6 of the 9 boundaries appear to be violated.

Figure 2. Annual CO₂ emissions



Sources: Global Carbon Budget (2023) – with major processing by Our World in Data.⁶

5 This is an understatement, however, because as Chancel (2022) argues “all humans contribute to climate change but not equally”. He estimates that the bottom 50% of the world population emitted 12% of global emissions in 2019, whereas the top 10% emitted 48% of the total.

6 Global Carbon Budget (2023) – with major processing by Our World in Data. “Annual CO₂ emissions – GCB” [dataset]. Global Carbon Project, “Global Carbon Budget” [original data].

In some directions progress has been made, however. In the early 1980s the discovery of a worrisome ozone gap in the atmosphere served as a precursor of the current problems (at a time when the notion of planetary boundaries was not on the radar screen). The ozone case provides an example of how the challenge posed by the planetary boundaries could be effectively addressed at the global, multilateral level. Indeed, in the Montreal Protocol, signed in September 1987, a program of phasing out the consumption and production of the different chemicals (notably, the hydrochlorofluorocarbons (TCFC) used as refrigerants) that were identified as being responsible for the gap in the ozone layer was universally adopted. And the result was a resounding success: as seen in Figure 1, the ozone layer is precisely one issue for which we appear to be operating within the safe space.

The ability of the planet to self-regulate is a common good

Now the fact that violating planetary boundaries has an impact on the ability of the planet to self-regulate, the fact notably that we are observing climate warming as a result of our exploding CO₂ emissions and that climate warming will severely impede our collective ability to produce goods and services in the future, means that the ability of the planet to self-regulate is a common good, an important resource that we share with all present and future residents of planet Earth. It is a resource that is limited in quantity, it is rare, it is essential, yet there is unfortunately no natural market for it. Private property rights to the environment in all its richness generally do not exist. There is no market for the capacity of the planet to absorb our CO₂ emissions, there is no market for the ability of the planet to maintain its biodiversity in the face of human activities, etc.. These “missing” markets represent a massive challenge for the market economy. As stated above, for a resource allocation to have a chance of being aligned with the common good there must be a market for all goods (and services) that are of value to consumers. Because of the scope and breath of the missing environmental markets, the recognition of the planetary limits represents a real paradigm shift, a game changer for our economic system. For the first time in modern history, essential resources cannot be managed

by the market, simply because there is no corresponding market and no corresponding property rights that owners can enforce. Owners value their property, maintain it, and make it grow. But here, the owner is humanity, including future generations. There is no natural mechanism by which this owner can ensure that her property is respected. And by the very nature of the problem, any mechanism we could conceive to solve this problem must be centralized.

This fundamental observation can be interpreted as a challenge to the legitimacy of the market economy. The market economy cannot deliver on its promises if essential markets do not exist. Alternatively, it leads to the conclusion that the cursor between more and less State in our mixed economic system is now tilting towards more State. Again, the foundation of economic liberalism is the intuition that the invisible hand often works, but this requires that all key markets exist (and that competition is sound and fair). When markets are missing, prices no longer reflect relative scarcity, and the Collective, the State, must intervene. To correct the situation, so-called Pigouvian taxes (introduced into economic theory by the English thinker Alfred Pigou) should be introduced; alternative centralized measures are also possible. Such corrections are an absolute necessity if we are to maintain the legitimacy of a liberal, market-based economic organization.

An important corollary is that the legitimacy of profit maximization is also called into question. Almost everyone is familiar with Milton Friedman's position that "the business of business is business", or that corporations and companies have the unique social responsibility to maximize profit or shareholder value, of course while keeping in compliance with laws and rules and in the context of competitive markets. Friedman's assertion is often seen as essentially ideological. In reality, when the conditions of the welfare theorem are satisfied, Friedman's position is largely justified. Under these conditions, private and collective interests are aligned, and by maximizing profits the company also maximizes its contribution to society. Moreover, the goal of maximizing shareholder value makes for simple, effective corporate governance. But in a situation of massive externalities, when important markets are

missing, prices are incorrect, and the legitimacy of maximizing shareholder value disappears. This is most visibly apparent by the fact that it is possible to distribute dividends, i.e., to create value for shareholders, while destroying value for society or humanity.

A twofold systemic challenge

What conclusions can be drawn from these observations? At a very general level, the conclusion is that we are in a much more complex world, and that the recognition of the planetary limits imposes a redefinition of the respective responsibilities of the State and the market. Being more precise one can argue that we face a twofold systemic challenge and a microeconomic challenge. The first systemic challenge arises from the fact that preserving our natural capital requires more State intervention. The market cannot do it. But at the same time, we depend more than ever on our ability to innovate and develop clean technologies and circular models, without which the necessary changes in behaviour will simply be unrealistic in scale. And we know from history that there is a tension here because more State and less market is not conducive to innovation. The challenge is to find arrangements that preserve our capacity to innovate in a new regime with a higher State footprint.

The second systemic challenge arises because the problem we are facing concerns a *planetary* common good, the planet's capacity to regenerate itself, to offer favourable living conditions for humanity. As the common good is located at the planetary level (in contrast to, for example, an inland lake whose stock of fish is the common good of all the resident fishermen), the Collective that must enforce its property rights is not a lakeside community, nor even a nation-state, but humanity as a whole. This is a problem whose resolution sits at the multilateral or global level. The second systemic challenge resides in the observation that the capacity to negotiate global multilateral agreements appears to weaken precisely at a time where more would be critically needed. If multilateralism fails, a continental vision is undoubtedly the second best.

Today one can observe what can be achieved at the level of the European continent in the realm of sustainability. A specific version of this second systemic challenge concerns a small country such as Switzerland which does not belong to a continental association such as the European Union: on its own it has very few effective levers of intervention, an observation that should lead to questioning the state its relationship with Europe.

A microeconomic challenge

We also face a microeconomic challenge. Indeed, an extreme view, not in contradiction with the welfare theorems, would have it that it is up to the State to act and make up for the absence of markets. In the meantime, businesses and consumers should carry on as usual within the confines of the law. A first consequence of this position could well be a hyperactive, omnipresent State which would exacerbate the first mentioned systemic challenge. Indeed, we are not only talking of CO₂ emissions and their consequence, global warming. We are considering the whole range of planetary limits, with solutions that are much less clear-cut than in the case of CO₂. Relying strictly and solely on the State to address the range of associated problems could lead to a State that would be so ubiquitous and interventionist that the innovative capacities of the private economy would be severely amputated.

Another more plausible (in view of current observations) consequence could be inaction. The State intervenes too slowly and with too little determination giving rise to severe climate change and disasters, which in turn would entail major losses in productivity, particularly in our ability to feed the world population. In addition, the State would be called to intervene with massive purely palliative defensive investments - building sea walls to counter rising sea levels and other barriers to protect against extreme climatic events – instead of using its resources to foster truly innovative and productivity-increasing investments.

The two unpalatable alternative consequences of an exclusive reliance on State interventions lead to the conclusion that a business-as-usual attitude by consumers and firms is not an option. Rather both consumers and firms must go beyond the pursuit of their self-interests (as envisaged in the world of the invisible hand) and directly confront the moral dilemmas that the deficient State corrections to the missing market problems entail. This is particularly the case for firms. Faced with the challenges and risks posed by the planetary limits, faced with the impossibility for the States to act democratically with sufficient speed and determination, and faced with the prospects of making profit while destroying the planet, firms and investors must assume their responsibilities. This is the postulate of the corporate social responsibility (CSR) movement. The challenge here is to develop framework conditions under which firms assuming their social responsibility stops being a nice option and becomes an imperative. We must move to a new world where, to be entitled to their license to operate, firms of all sizes must demonstrate that they are creating societal value (and not only value for their owners).

CLAUSURA ACTO ACADÉMICO

MIRANDO EL FUTURO CON ESPERANZA

Conferencia de clausura

Dr. Jaime Gil Aluja

Presidente de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

Unión de esfuerzos, colaboración científica

La reunión anual, convocada por nuestra red internacional, “Barcelona Economics Network”, toca a su fin. Y lo hace con la satisfacción del deber cumplido y con el orgullo de sentir que hemos alcanzado muchos de los objetivos inicialmente propuestos. La ciencia económica ha dado unos pequeños pasos adelante. Lo ha hecho aunando esfuerzos y haciendo gala de solidaridad en un mundo repleto de enfrentamientos.

Con la mayor modestia de la que seamos capaces, podemos decir que nuestra actividad en este episodio de nuestras vidas puede representar un ejemplo, en donde mirarse pueden, quienes alejándose de inútiles enfrentamientos y estériles vanidades, solo buscan sus propios intereses.

Gracias, gracias a todos por su talento y por su esfuerzo, puestos ambos al servicio de la ciencia y en beneficio de la sociedad a la que nos debemos, y al mundo en el que, todavía, podemos convivir.

Dicho todo esto, debemos añadir que la tarea que nos hemos impuesto no ha terminado. Antes bien, de ella solo hemos dados unos primeros pasos. Cortos, aún, inseguros, si se quiere, pero aquí han estado y siempre los encontrarán en el libro que se va a publicar, para conocimiento de las generaciones futuras. Para aquellos que puedan estar interesados en su pasado, que deseen conocer por qué poseen lo que poseen y de donde proceden estos retazos de ciencia.

Y una pieza básica que agrupa este conocimiento lo encontrarán en el legado biográfico de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras. Allí, leerán nuestros nombres, en el podrán leer el relato de nuestras voces y escuchar desde nuestra voz viva las hazañas académicas. Las podrán escuchar porque ya se ha iniciado las grabaciones, las podrán leer porque ya se están recopilando los textos que exploran y explican la vida y obra de todos los miembros de nuestra escuela, la **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

El orden mundial

En este magno proyecto, en el que nos hemos empeñado, el “legado”, es otra de las piezas clave para dar fe para el mañana que hemos existido.

Sabemos, somos conscientes, de que nuestras tareas no tienen ni tendrán fin, mientras la actividad científica esté dando sus frutos, mientras los humanos sean conscientes de que sin la ciencia no hay futuro.

Y es en este punto preciso de nuestro relato, cuando se palpa lo importante de haber prestado especial atención a la **sostenibilidad de nuestro planeta**, tema por nosotros abordado en la conferencia inicial de este seminario al que no podríamos dar fin, sin hacer referencia a otro aspecto de nuestras vidas en sociedad: la **polarización del poder** en el nuevo orden mundial.

De la estructura y funcionamiento del orden mundial penden casi todos los componentes que configuran la vida en nuestro planeta.

Hemos dicho y escrito, en muchas ocasiones, que la vida en la Tierra no se compone solo de un **conjunto** general de humanos, cosas y fenómenos, sino que se conforma como un sistema general. Y que, como tal, sistema todo elemento de cada subsistema ejerce incidencias sobre sí mismo y sobre todos los demás elementos del propio subsistema y que cada subsistema ejerce su incidencia sobre el propio subsistema y sobre los demás subsistemas del sistema general.

Esta tupida red de incidencias es caldo de cultivo para que tengan lugar en su seno el **contagio** de virtudes y defectos que hacen necesaria la existencia de un orden mundial y de que este orden funcione adecuadamente.

Ahora bien, el que hemos llamado orden mundial ¿existe?, sí. ¿Funciona convenientemente?, es evidente que no siempre. Entre otros motivos por el permanente cambio de los humanos que pretenden gestionarlo y por los gobiernos de los países que, a través de ellos ejercen el poder.

La polarización del orden mundial

A lo largo de varios decenios, nos habíamos acostumbrado a contemplar, como si fuera un espectáculo circense, la pugna entre los Estados Unidos y la Unión Soviética para el dominio del Planeta y para la “conquista del espacio”.

Y ahora podemos decir, siempre provisionalmente, que esa competición no ha tenido un claro vencedor, ... insistimos, todavía. Lo que sí podemos afirmar es que a estas contiendas para conseguir el **poder en la Tierra** y la “**conquista**” de otros planetas se ha añadido otra competición: la **descarbonización del mundo**. En esta última, el premio es, no solo el prestigio y el poder, es también, el dinero, a través de conseguir el monopolio de la industria de la descarbonización.

Pero es que, ahora, a los protagonistas de este espectáculo se le están añadiendo otros pretendientes. “En efecto, el mundo ya no es cosa de dos”, por lo que parece que estamos entrando en una multipolarización. Basta con ojear o mirar los medios de comunicación para darnos cuenta que la contienda ya ha empezado y que aunque continuará siendo de dos, ya no lo sería de la misma manera.

Esto es así, por cuanto también las cosas en este ámbito han cambiado sustancialmente. El largo periodo de bipolarización EE.UU. – Unión Soviética se vio sacudido por la aparición de unos nuevos polos de desarrollo que se

fueron presentando con el acrónimo de BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) cuando se hacía mención a las futuras potencias emergentes.

Pero, de nuevo, se está pensando en una nueva polarización Estados Unidos, por una parte, y China, por otra, contemplando como la Administración china está moviendo sus peones en una inteligente estrategia.

Pero, por lo menos para nosotros, no se ve clara la idea de si va en el sentido de formar un “eje continental chino-ruso de alianza” o un “eje pacífico chino-americano de tolerancia”.

Sea cual sea la alternativa que se acabe de consolidar, quizás más a largo plazo: ¡atención a India!, porque en el supuesto que este semicontinente emprendiera un vuelo seguro, la **gestión mundial** para la descarbonización no sería la misma.

Creemos, en esta despedida, que no resulta superflua una nueva llamada de atención en este sentido.

Uno de los nuevos síntomas de la importancia que los grandes polos de poder mundial asignan a la creación de una potente industria para la descarbonización, con objeto de liderar la lucha para un mundo habitable, es la puesta en marcha de grandes programa para la limpieza de nuestro planeta.

En nuestra Europa se halla en funcionamiento el llamado “Green Deal” aprobado en 2020. Ahora bien, viendo la grandes inversiones de los Estados Unidos o los esfuerzos de China para culminar con éxito el encadenamiento de sus más duros programas y los limitados medios financieros puestos a disposición de esta lucha en el proyecto europeo que acabamos de citar, no podemos más que señalar la insuficiente atención prestada, hasta ahora, a este grave problema.

Si esto es así, que lo es, sería un desvarío de soñador pretender intervenir en la competición chico-americana. Lo que sí creemos realista es aprovechar

las oportunidades que están surgiendo a lo largo de la transición ecológica en la que ya nos encontramos. Y, para los investigadores de las ciencias sociales y, en especial, para las económicas, lo podemos hacer a través de los modelos y técnicas de gestión.

Utilicémoslas, pues, porque disponemos de ellas, como lo hemos demostrado suficientemente cuantos trabajamos como miembros de la **Escuela de Economía Humanista de Barcelona**.

Hagámoslo para la paz entre los humanos y entre las naciones. Hagámoslo los unos para los otros, para que la palabra solidaridad alcance su mejor sentido. Hagámoslo para aliviar el sufrimiento de los más desvalidos. Hagámoslo, al fin, porque aquellos que viven, duermen y mueren en las calles de nuestros pueblos y ciudades alcancen el cobijo de sus cuerpos y nuestro amor en sus corazones.

Gracias, gracias a todos. No les decimos adiós, sino hasta siempre.

Bibliografía


- Gil Aluja, J. (1999). *Elements for a Theory of Decision in Uncertainty*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. (ISBN: 0-7923-3987-9)
- Kaufmann, A. (1988). *Les logiques humaines et artificielles*. Ed. Hermes, París. (ISBN : 2-86601-137-6)
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Ed. Hispano Europea, Barcelona. (ISBN: 84-255-0775-8)
- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J. (1986). *Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela (ISBN: 84-398-7630-0)


- Kaufmann, A. y Gil Aluja, J. (1995). *Grafos neuronales para la economía y la gestión de empresas*. Ed. Pirámide, Madrid. (ISBN: 84-318-091-3)
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J. y Gil Lafuente A. M. (1994). *La creatividad en la gestión de las empresas*. Ed. Pirámide, Madrid. (ISBN: 84-368-08 0-2)
- Pichat, E. (1970). *Contribution a l'algorithmique non numérique dans les ensembles ordonnés*. [Tesis doctoral de Ciencias. Universidad de Grenoble.].
- Prigogine, Ilya (1997). *La fin des certitudes*. Versión española con el título: "El fin de las certidumbres" Ed. Taurus, Buenos Aires. (ISBN: 84-306-0025-6)
- ZAdeh, Lotfi A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8 (3).



*Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*






PUBLICACIONES DE LA REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

*Las publicaciones señaladas con el símbolo  están disponibles en formato PDF en nuestra página web:
<https://racef.es/es/publicaciones>




















**Las publicaciones señaladas con el símbolo  están disponibles en nuestros respectivos canales de Youtube
























PUBLICACIONES DEL OBSERVATORIO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA




































- M-24/11 *Nuevos mercados para la recuperación económica: Azerbaiyán.*  
- M-30/12 *Explorando nuevos mercados: Ucrania, 2012. (Incluye DVD con textos en ucraniano), 2012.*
- M-38/15 *Desarrollo de estrategias para la cooperación económica sostenible entre España y México, 2015.* 
- M-41/16 *Cuba a la luz de la Nueva Ley de Inversiones Extranjeras: Retos y oportunidades para la economía catalana, (Estudio elaborado por el Observatorio de Investigación Económico- Financiera), 2016.*   
- MO-47/16 *Colombia: la oportunidad de la paz. Estudio sectorial para la inversión de empresas españolas en el proceso de reconciliación nacional (Estudio del Observatorio de Investigación Económico-Financiera de la RACEF).* 
- MO-50/17 *La gestión y toma de decisiones en el sistema empresarial cubano. Gil-Lafuente, Ana Maria; García Rondón, Irene; Souto Anido, Lourdes; Blanco Campins, Blanca Emilia; Ortiz, Torre Maritza; Zamora Molina, Thais.* 
- MO-52/18 *Efectos de la irrupción y desarrollo de la economía colaborativa en la sociedad española. Gil-Lafuente, Ana Maria; Amiguet Molina, Lluís; Boria Reverter, Sefa; Luis Bassa, Carolina; Torres Martínez, Agustín; Vizuet Luciano, Emilio.* 
- MO-53/19 *Índice de equidad de género de las comunidades autónomas de España: Un análisis multidimensional. Gil-Lafuente, Ana Maria; Torres Martínez, Agustín; Boria Reverter, Sefa; Amiguet Molina, Lluís.* 
- MO-54/19 *Sistemas de innovación en Latinoamérica: Una mirada compartida desde México, Colombia y Chile. Gil-Lafuente, Ana M.; Alfaro-García, Víctor G.; Alfaro-Calderón, Gerardo G.; Zaragoza-Ibarra, Artemisa; Gómez-Monge, Rodrigo; Solís-Navarrete, José A.; Ramírez-Triana, Carlos A.; Pineda-Escobar, María A.; Rincón-Ariza, Gabriela; Cano-Niño, Mauricio A.; Mora-Pardo, Sergio A.; Nicolás, Carolina; Gutiérrez, Alexis; Rojas, Julio; Urrutia, Angélica; Valenzuela, Leslier; Merigó, José M.* 
- MO-56/19 *Kazakhstan: An Alliance or civilizations for a global challenge. Ministry of National Economy of the Republic of Kazakhstan – Institute of Economic Research; Royal Academy of Economic and Financial Sciences of Spain.* 
- MO-60/19 *Medición de las capacidades de innovación en tres sectores primarios en Colombia. Efectos olvidados de las capacidades de innovación de la quínoa, la guayaba y apícola en Boyacá y Santander. Blanco-Mesa, Fabio; León-Castro, Ernesto; Velázquez-Cázares, Marlenne; Cifuentes-Valenzuela, Jorge; Sánchez-Ovalle, Vivian Gineth.* 
- MO-61/19 *El proceso demográfico en España: análisis, evolución y sostenibilidad. Gil-Lafuente, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa.* 

- MO-64/20 *Capacidades de Innovación Ligera en Iberoamérica: 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, Ana M.; Torres-Martínez, Agustín; Guzmán-Pedraza, Tulia Carolina; Boria-Reverter, Sefa. 
- MO-68/21 *Public policy to handle aging: the seniors' residences challenge / Políticas para la gestión pública del envejecimiento: el desafío de las residencias para personas mayores.* Kydland, F.; Kydland, T.; Valero Herмосilla, J. y Gil-Lafuente, Ana M.  
- MO-70/21 *Ecología y tecnología para una nueva economía poscovid-19.* Ana María Gil-Lafuente, Agustín Torres-Martínez, Tulia Carolina Guzmán-Pedraza, Sefa Boria-Reverter.
- MO-80/23 *Cómo envejecemos los españoles: Enfermedades prevalentes y morbilidad en nuestra senectud.* Ana María Gil-Lafuente, , Sefa Boria-Reverter, Lourdes Souto Anido, Emilio Vizuetе Luciano, Jaime Gil Lafuente.  
- MO-82/23 *Sostenibilidad Urbanística y Vivienda.* Aline Castro-Rezende, Ana María Gil-Lafuente, Lluís Amiguet Molina, Luciano Barcellos-Paula, Sander Laudy.  
- MO-83/23 *Innovación Tecnológica, modelos Computacionales y Sostenibilidad en Iberoamérica.* Dirección Ana Maria Gil-Lafuente. **Autores:** **Argentina:** Lucila Lazzari, Luisa; Fernández, María José; Parma, Andrea; Landolfi, Bettina; Goyheix, Daniela; Douelle, Matías; **Brasil:** Valotto Patuzzo, Genilson; França Naves, Thiago; Ono Fonseca, Keiko Verônica; Teresinha Beuren, Arlete; Reitz Cardoso, Flávia Aparecida; Delisandra Feltrim, Valéria; **Chile:** Olazabal-Lugo, Maricruz; Espinoza-Audelo, Luis Fernando; Perez-Arellano, Luis A.; Huesca-Gastelum, Martin I.; Delgadillo-Aguirre, Alicia; Leon-Castro, Ernesto; **Colombia:** Blanco-Mesa, Fabio; Abril-Teatin, Jheisson; **Cuba:** Souto Anido, Lourdes; Imbernó Díaz, Ana Laura; **Ecuador:** Pilar Tamayo Herrera, Aracely; Tapia, Freddy; **España:** Gil-Lafuente, Ana Maria; Boria-Reverter, Sefa; Torres Vergara, Carlos; **México:** García-Orozco, Dalia; Merino Arteaga, Ileri Patricia; Alfaro-García, Víctor G.; **Perú:** Barcellos de Paula, Luciano; **Portugal:** Castro Rezende, Aline. 
- MO-84/24 *Crecimiento Sostenible e Infraestructuras.* Finn E. Kydland, Jaime Gil Aluja, Ana Maria Gil-Lafuente, Maurici Lucena Betriu, Lluís Amiguet Molina, Nenad Filipovic.  




















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 Bouyououssfi, Mounir; Ioan Franc, Valeriu; Gutu, Corneliu.   
- MS-54/18 *Las ciencias económicas y financieras ante una sociedad en transformación. Solemne Acto Académico conjunto con la Universidad de León y la Junta de Castilla y León, celebrado el 19 y 20 de abril de 2018*. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Escudero Barbero, Roberto; Pont Amenós, Antonio; Ulibarri Fernández, Adriana; Mallo Rodríguez, Carlos; Gil Aluja, Jaime.   
- MV-01/18 *La ciencia y la cultura ante la incertidumbre de una sociedad en transformación (Acto Académico de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras en la Universidad de Tel Aviv celebrado el 15 y 16 de mayo de 2018)*, 2018. 
- MS-55/19 *Desafíos de la nueva sociedad sobrecompleja: Humanismo, dataísmo y otros ismos (XIII Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 15 y 16 de noviembre de 2018)*, 2018.   
- MS-57/19 *Complejidad Financiera: Mutabilidad e Incertidumbre en Instituciones, Mercados y Productos. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universitat de les Illes Balears, la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, el Cercle Financer de Balears, el Colegio de Economistas de las Islas Baleares y el Cercle d'Economia de Mallorca, celebrado los días 10-12 de abril de 2019*. Rodríguez Castellanos, Arturo; López González, Enrique; Liern Carrión, Vicente; Gil Aluja, Jaime.   
- ME-58/19 *Un ensayo humanista para la formalización económica. Bases y aplicaciones (Libro Sección Segunda de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras)*, 2019. 
- MS-59/19 *Complejidad Económica: Una península ibérica más unida para una Europa más fuerte. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Beira Interior – Portugal y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras de España, celebrado el día 19 de junio de 2019*. Askenasy, Jean; Gil Aluja, Jaime; Gusakov, Vladimir; Hernández Mogollón, Ricardo; Imanov, Korkmaz; Ioan-Franc, Valeriu; Laichoubi, Mohamed; López González, Enrique; Marino, Domenico; Redondo López, José Antonio; Rodríguez Rodríguez, Alfonso; Gil Lafuente, Ana María. 
- MS-62/20 *Migraciones (XIV Acto Internacional de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en Barcelona el 14 y 15 de noviembre de 2019)*, 2019.  
- MS-63/20 *Los confines de la equidad y desigualdad en la prosperidad compartida. Solemne Acto Académico Conjunto entre la Universidad de Cantabria y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, celebrado los días 7 y 8 de mayo de 2020*. Ramírez Sarrió, Dídac; Gil Aluja, Jaime; Rodríguez Castellanos, Arturo; Gasòliba, Carles; Guillen, Montserrat; Casado, Fernando; Gil-Lafuente, Ana María, 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 María; 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.  

- MS-79/23 La Ciberseguridad como imperativo para la Economía de España. (*Solemne Acto Académico conjunto entre el Instituto Nacional de Ciberseguridad y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras celebrado en León el 17 de marzo de 2023*), 2023.  
- MS-81/23 Ciencia y actividad económica: propuestas y realidades (*Trabajos correspondientes al III Ciclo de Conferencias Internas*). Gil Aluja, Jaime; Gasòliba Böhm, Carles-Alfred; Daniel i Gubert, Josep; Maqueda Lafuente, Francisco Javier; Terceño Gómez, Antonio; Lamo De Espinosa; Jaime. 2023.  
- MS-85/24 La Ciberseguridad en la Ciencia y en las actividades economicas (*Trabajos correspondientes al II Seminario Internacional de primavera de Barcelona*). Gil Aluja, Jaime; Petre Roman; Enrique Lecumberri Mati; Ana Maria Gil-Lafuente, Valeriu Ioan Franc; Korkmaz Imanov; Domenico Marino; Dobrica Milovanovic; Carlo Morabito; Enrique Lopez; Jose Daniel Barquero; Janusz Kacprzyk; Mario Aguer. 2023.  
- MS-86/24 Inteligencia Artificial: Innovaciones Económicas y sociales (*Solemne Acto Académico conjunto entre la Universidad de Kragujevac y la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras*). Jaime Gil Aluja, Nenad Filipovic, Janusz Kacprzyk, Vicente Liern, Veljko Marinkovic, José Daniel Barquero, Tijana Geroski, Valeriu Ioan Franc, Arturo Rodríguez Castellanos. Serbia, abril 19-23. 2023.  
- MS-88/24 La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta (*XVIII Acto Internacional de Barcelona*) Jaime Gil Aluja, Mohamed Laichoubi, Alessandro Bianchi, Juli Minoves Triquel, Erna Hennicot, Valeriu Ioan Franc, Korkmaz Imanov, Constantin Zopounidis, José Daniel Barquero Cabrero, Mario Aguer, Federico González Santoyo, Jean Askenasy, Petre Roman, José M^a Sarabia, Montserrat Guillén, Piergiuseppe Morone, Francesca Bonelli, Domenico Marino, Dobrica Milovanovic, Carlo Morabito, Jean-Pierre Danthine. Barcelona, noviembre 15-16, 2023.  



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

ULTIMOS ACTOS INTERNACIONALES DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

VII ACTO INTERNACIONAL (24/11/2011)
“Decidir hoy para crear el futuro del Mediterráneo”

VIII ACTO INTERNACIONAL (5/11/2013)
“Ciencia, cultura y deporte en el Siglo XXI”

IX ACTO INTERNACIONAL (11/11/2014)
“Revolución, evolución e involución en el futuro de los sistemas sociales”

X ACTO INTERNACIONAL (18/11/2015)
“Ciencia y realidades económicas: reto del mundo
post-crisis a la actividad investigadora”

XI ACTO INTERNACIONAL (10/11/2016)
“El comportamiento de los actores económicos ante el reto del futuro”

XII ACTO INTERNACIONAL (16/11/2017)
“Las nuevas áreas del poder económico mundial”

XIII ACTO INTERNACIONAL (15-16/11/2018)
“Desafíos de la nueva sociedad sobrecompleja:
humanismo, transhumanismo, dataísmo i otros ismos”

XIV ACTO INTERNACIONAL (14-15/11/2019)
“Migraciones”

XV ACTO INTERNACIONAL (19-20/11/2020)
“La vejez: conocimiento, vivencia y experiencia”

XVI ACTO INTERNACIONAL (18-19/11/2021)
“La nueva economía después del Sars-Cov-2.
Realidades y revolución tecnológica”

XVII ACTO INTERNACIONAL (16-17/11/2022)
“¿Por Qué no un mundo sostenible?
La ciencia económica va a su encuentro.”

II SEMINARIO INTERNACIONAL (24-25/5/2023)
“La Ciberseguridad en la Ciencia y en las Actividades Económicas”

XVIII ACTO INTERNACIONAL (15-16/11/2023)
“La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta”

Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras

ACTOS INTERNACIONALES DE BARCELONA

JUNTA DE GOBIERNO

Excmos. Sres.:

JAIME GIL ALUJA (Presidente); ISIDRO FAINÉ CASAS (Vicepresidente); FERNANDO CASADO JUAN (Secretario); MONTSERRAT GUILLÉN ESTANY (Vicesecretaria); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Tesorero); ARTURO RODRÍGUEZ CASTELLANOS (Interventor); MARIO AGUER HORTAL (Censor); ANA MARIA GIL-LAFUENTE (Bibliotecaria); CARLES A. GASÒLIBA I BÖHM (Asesor Pte. Sección 1ª); JOSÉ ANTONIO REDONDO LÓPEZ (Asesor Pte. Sección 2ª); VICENTE LIERN CARRIÓN (Asesor Pte. Sección 3ª); JOSÉ MARÍA CORONAS GUINART (Asesor Pte. Sección 4ª).

MS-88/24

LA VOZ DE LA CIENCIA ECONÓMICA FRENTE A LOS LÍMITES DE LA VIDA EN EL PLANETA

XVIII Acto Internacional de Barcelona

La Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras organiza cada año una serie de actos académicos internacionales en su sede de Barcelona con la participación de científicos, expertos y académicos de diferentes continentes. Este año 2023 se han retomado totalmente las actividades presenciales con más actividad que nunca. En este evento la participación de académicos nacionales y extranjeros, así como miembros de la Barcelona Economics Network ha superado todas las expectativas.

Las aportaciones científicas realizadas por los ponentes se han centrado en torno a la cuestión que plantea "La voz de la ciencia económica frente a los límites de la vida en el planeta". En este encuentro se ha hecho especial hincapié en los profundos cambios estructurales, en ocasiones disruptivos, que es necesario incorporar desde la ciencia económica para promover la sostenibilidad en todas las decisiones, las actividades y las acciones que desarrollamos. Urge repensar la forma en que estamos creciendo y progresando ya que nos hallamos en los límites de la irreversibilidad en la degradación del planeta.

El contenido de los trabajos aportados a esta conferencia internacional ha quedado recogido y publicado en esta obra con todas las propuestas e ideas, así como en los distintos formatos digitales de los canales habituales.

La actividad científica y académica de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras sigue su andadura siempre adaptándose a las vicisitudes del entorno y fiel al mandato que tiene encomendado en su tarea de investigar y difundir el conocimiento.



*Real Academia
de Ciencias Económicas y Financieras*