

De las Externalidades Ambientales Negativas a nuevos enfoques económicos en los océanos

From Negative Environmental Externalities to new economic approaches in the oceans

<https://doi.org/10.33110/inceptum.v18i34.430>

(Recibido: 12/01/2023; Aceptado: 05/02/2023)

Rosenda Aguilar-Aguilar ¹
Salvador García Espinosa ²

Resumen

El principio fundamental de la economía del bienestar propuesta por A. Pigou consistió en que, con la participación del Estado, se podría elevar la eficiencia de la economía y mejorar las condiciones de vida de la gente a través de impuestos y subvenciones públicas. Su propuesta establecía que el mayor bienestar económico se conseguiría con tres acciones: producir lo más posible, distribuir lo más igualitariamente posible, y rectificar las producciones rentables que acarrearán perjuicios a terceros. El presente artículo pone énfasis en que el discurso pigouviano es esencialmente económico y propicia perjuicios ambientales que hoy en día demandan reconsideraciones respecto al concepto de externalidad. Se ejemplifica a partir del caso de los océanos, en los que ha quedado de manifiesto que el concepto actual de externalidades ha propiciado la evasión de responsabilidades sobre los daños que las actividades económicas causan sobre los ecosistemas marinos.

Palabras clave: externalidades, Pigou, océanos, límites, economía azul

Clasificación JEL: D62, F64, Q56

¹ Candidata a Doctora en Desarrollo y Sustentabilidad de la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; correo: rosenda.aguilar@umich.mx

² Profesor e Investigador de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; correo: salgaes1@gmail.com

Abstract

The fundamental principle of the welfare economy proposed by A. Pigou explained that with the participation of the State, the efficiency of the economy could be increased and people's living conditions improved through taxes and public subsidies. His proposal established that the greatest economic well-being would be achieved with three actions: produce as much as possible, distribute as equally as possible, and rectify profitable productions that cause damage to third parties. This article emphasizes that the Pigouvian discourse is essentially an economic one and it promotes environmental damages that nowadays demand reconsiderations regarding the concept of externality. It is exemplified from the case of the oceans, in which it has become clear that the current concept of externalities has led to the evasion of responsibilities regarding the damage that economic activities cause to marine ecosystems.

Keywords: externalities, Pigou, oceans, limits, blue economy

JEL Codes: D62, F64, Q56

Introducción

En los años cuarenta del siglo pasado, el escritor norteamericano y premio nobel de literatura John Steinbeck realizó un viaje de exploración por aguas marinas mexicanas junto al biólogo marino Ed Ricketts. La narración de sus planes, hallazgos y vivencias ha quedado plasmada en una cronología titulada “Sea of Cortez: A Leisurely Journal of Travel and Research” (Steinbeck, 2009).

Para E. Ricketts, el objetivo de aquella navegación consistió en obtener más información de invertebrados marinos en su hábitat, conseguir especímenes, y conservarlos para su estudio posterior. Sin embargo, para la mente de J. Steinbeck, la observación y análisis de la conducta humana (propia y ajena) en una travesía como esa, resultó ser más interesante y digna de analizar.

Steinbeck anotó que, así como los biólogos marinos contienen los peces en recipientes con formol para poder estudiarlos, de esa misma forma los seres humanos, cuando percibimos algo de interés en nuestra realidad, lo intentamos contener en un “frasco” que lo aisle del entorno y nos facilite su exploración y comprensión.

Lo anterior representa la estrategia de análisis más comúnmente empleada en el ejercicio científico humano; se trata de la fragmentación y/o aislamiento del entorno, cuya capacidad para explicar el funcionamiento de procesos o detectar causas y efectos, es bien conocida. Debe acotarse que tal capacidad del procedimiento científico proporciona resultados alejados en mayor o menor grado de la realidad compleja de donde fue extraído.



Steinbeck lo explica diciendo que, aunque resultan de mucha utilidad las amplias colecciones de peces tiesos, descoloridos, con mal olor, sería muy equivocado querer enseñar a alguien que los peces son de ese color, poseen esa textura, emanan ese aroma y mueren así, tal como se percibe en el recipiente (Steinbeck, 2009).

Cabe hacer notar que, si bien la información obtenida de esta forma resulta valiosa para la construcción del conocimiento humano, una consecuencia de emplear este enfoque deriva en que no solo el objeto o asunto de estudio es aislado del entorno. Ocurre también que, a modo de espejo, el investigador, y la ciencia donde éste se desenvuelve, suelen confinarse creando claustros capaces de excluir a otros actores y ciencias relacionadas al objeto de interés. Cuando lo anterior ocurre, se crea una armadura de racionalidad teórica donde los paradigmas científicos se vuelven obstáculos epistemológicos para articular a la ciencia con otras disciplinas y la fertilización con otros saberes se anula (Leff, 2006). A manera de ejemplo, podría desarrollarse un estudio ecológico sobre los volúmenes de mamíferos marinos atrapados en redes fantasma en un año, sin siquiera dirigir la mirada al análisis científico de los grupos humanos causantes del problema o a aquellas asociaciones o políticas públicas capaces de apoyar en la resolución.

Es claro que en estos casos la comprensión del sistema total es eclipsada por una multitud de estudios independientes confinados a aspectos teóricos estrechos, que nunca se consolidan en una visión organísmica o del sistema total (Bertalanffy, 1989).

Lo recién expuesto se puede considerar como una de las múltiples causas que han impedido resolver problemas de forma integral, ya que, si se ignoran la multitud de raíces comunicantes que conectan entre sí a las ciencias, el campo de visión y comprensión de la realidad queda tan corto que aparece una ceguera capaz de omitir la complejidad organizada que rodea al ser humano.

De forma particular, la economía, entendida como la ciencia que estudia la forma en que las sociedades, con sus recursos escasos y limitados, deciden qué se produce, cómo y para quién (Startz et al, 2020), ha tenido que enfrentar este problema de aislamiento disciplinar y en tiempos recientes ha buscado abordar algunas de sus cuestiones, como los problemas ambientales que produce, a través de nuevos enfoques que intentan captar más componentes de la realidad.

El presente trabajo hace énfasis en una de las formas en que la economía ha abordado los problemas ambientales asociados a sus actividades: las externalidades. Se subraya además el enfoque con el que éstas se aplican en los sistemas oceánicos.

2. Externalidades

En 1920, el economista inglés Arthur Cecil Pigou expuso en su obra “The Economics of Welfare” la importancia de la contribución del Estado para conseguir no solo el bienestar económico, sino también el de sus ciudadanos en conjunto. Su obra dio nueva forma a las

ideas desarrolladas previamente por su maestro Alfred Marshall, quien habría hecho notar que el valor de un bien o servicio depende tanto del costo de elaboración como de su utilidad marginal, *ceteris paribus* (Boudreaux y Meiners), 2019).

Además de esa influencia académica, la obra de Pigou tomó forma con circunstancias de guerra y posguerra, ya que Gran Bretaña perteneció al grupo aliado en la Primera Guerra Mundial y padeció en su propio territorio los embates económicos, sociales y políticos asociados al conflicto bélico. En su escrito establece que el mayor bienestar económico se conseguiría con tres acciones: producir lo más posible, distribuir lo más igualitariamente posible, y rectificar las producciones rentables que acarrearán perjuicios a terceros (González-Paz, 2000).

Justamente esta última condición da origen a las externalidades; para el autor pueden ejemplificarse con el caso de una locomotora que, durante el habitual recorrido, desprende chispas o carbón capaces de iniciar un fuego en un bosque o un pastizal adyacente produciendo afectaciones en las personas que subsisten de estos recursos. En estas circunstancias se generan costos sociales que no son contabilizados en los costos marginales de la industria de trenes, lo cual no favorece el bienestar social, sino que lo menoscaba (Boudreaux y Meiners), 2019).

El principio fundamental de la economía del bienestar propuesta por A. Pigou consistió en que, con la participación del Estado, se podría elevar la eficiencia de la economía y mejorar las condiciones de vida de la gente a través de impuestos y subvenciones públicas (Cabrillo, 2015). Es decir, la economía clásica que había confinado al Estado a una situación de *laissez faire*, ahora podría ser admitida a través de ciertas raíces comunicantes que se abrían entre la Economía y el Estado.

Las siguientes son definiciones actuales de externalidad, las cuáles expresan bien el espíritu pigouviano:

- a) Son aquellos efectos de desbordamiento de la economía, es decir, a todas aquellas consecuencias positivas o negativas que las empresas o personas imponen a terceros fuera del mercado (Samuelson y Nordhaus, 2010).
- b) Son efectos externos de costo o beneficio de cualquier actividad económica para una persona no implicada directamente en tal actividad, y que no se refleja en el precio (Kishtainy et al., 2019).

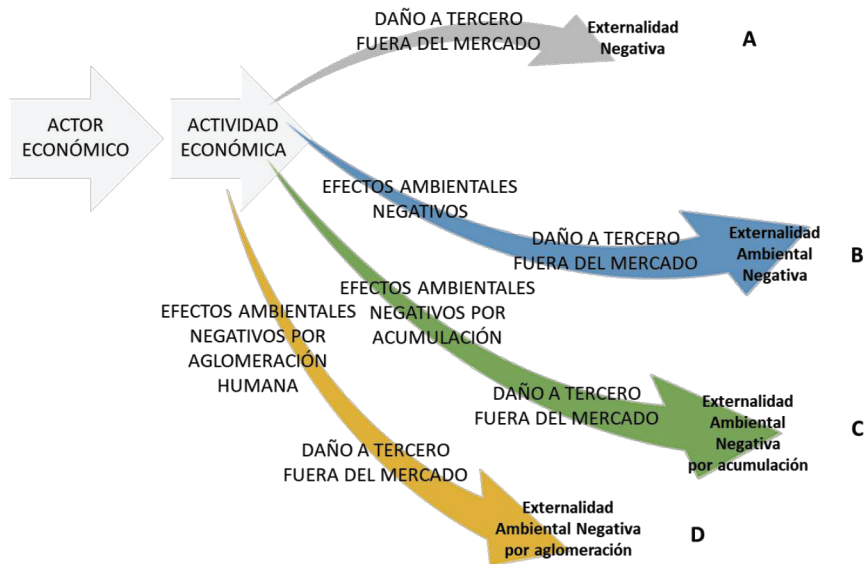
En adelante, este trabajo se referirá a las externalidades de tipo negativo o aquellas que describen un perjuicio hacia un tercero no involucrado en el sistema de mercado que promovió el problema.



Resulta importante recalcar que históricamente, a principios del siglo XX, no se argumentaba acerca de las externalidades del ser humano hacia el entorno natural. Por lo tanto, la externalidad a la que hace referencia A. Pigou refería situaciones de índole social en las que el mercado no funcionaba bien porque una actividad económica generaba efectos sobre terceros (Figura 1A).

Si se aplicara el ejemplo del tren y los incendios a una situación del mar, podría establecerse el caso de una extracción petrolera marina capaz de derramar petróleo en sus alrededores a tal grado que impide la pesca en la zona; en tales circunstancias, los pescadores son los terceros involucrados que sufren la externalidad y que, además, no reciben pago económico por la pérdida. De acuerdo con la teoría de A. Pigou, el conflicto se lleva a cabo entre humanos y por tanto su solución debería estar en manos del Estado a efecto de remediar el costo social a través de herramientas económicas como un impuesto o un subsidio (New Media, 2015). Es importante recalcar que desde esta perspectiva conceptual no se contempla que el daño pueda estar en el entorno marino.

Figura 1 Esquema comparativo entre significado de Externalidad Negativa, Externalidad Ambiental Negativa, y Externalidad Ambiental Negativa de Acumulación, y Externalidad Ambiental Negativa por Aglomeración



La consideración teórica propuesta por A. Pigou continuó por varias décadas, hasta que el discurso esencialmente económico del concepto de externalidad tuvo que hacer ciertas consideraciones a partir de los años sesenta del siglo pasado.

El Manifiesto de Morges que crea el Fondo Mundial para la Naturaleza (1961), y los trabajos de Rachel Carson (“Silent Spring”, 1962), Farley Mowat (“Never cry wolf”, 1963), Jean Dorst (“Avant que la nature meure”, 1964), Donella Meadows-Dennis Meadows-Jørgen Randers (“Limits to Growth”, 1972), Lynn Townsend White (“Historical Roots of Our Ecological Crisis”, 1967), E.F. Schumacher (“Small is Beautiful”, 1973), entre otros, fueron poderosos impulsores de que la idea de que tales daños no solamente podrían deteriorar aspectos sociales, sino también ambientales. De esta forma desde diversas disciplinas como la biología marina, la ecología, la ornitología, la química, la administración de sistemas, la historia, y la propia economía, propiciaron el establecimiento de un nuevo marco de acción donde el término de externalidad tuvo la oportunidad de enriquecerse a efecto de considerar los problemas ambientales que se estaban causando a raíz de la economía capitalista.

No obstante, los resultados de esas realidades no permearon de la forma que requería el entorno natural para garantizar su conservación y/o su restauración. Ocurrió que las externalidades ambientales continuaron anidadas en la economía y se adaptaron al concepto económico de ser aquellos efectos ambientales no compensados de la producción y el consumo capaces de afectar la utilidad del consumidor y el costo empresarial fuera del mecanismo del mercado (UNESCWA, 2023). Esto significa que el efecto ambiental negativo es solo un conector para llegar al actor económico perjudicado, y no es en sí mismo un asunto a resolver, como se ilustra en la Figura 1B.

Los problemas descritos y las soluciones propuestas por R. Carson, F. Mowat, J. Dorst, Meadows-Meadows-Randers, L. White o E.F. Schumacher, no recibieron la atención por los responsables de la economía capitalista, y en una especie de negación de la realidad, la disciplina económica solo aceptó adjetivarse como ambiental para manejar el entorno natural dañado bajo la misma pauta que A. Pigou indicó a principios del siglo XX.

De esta forma, la solución para las externalidades (ahora ambientales) consistiría en la internalización o integración en el cálculo económico de los daños a través de una variedad de instrumentos desarrollados para tal fin: dar un precio a los recursos ambientales por medio de la identificación del óptimo social de contaminación, gravar al contaminador, introducir una regulación, o atribuir derechos de propiedad sobre los recursos ambientales (Centemeri, 2009). El manejo consistió en crear herramientas económicas que permitieran seguir subordinando a la naturaleza a la inamovible economía capitalista, sin atender los problemas ambientales que se estaban por doquier.



En su propia evolución, el concepto de externalidades ha sido aplicado en diversos ámbitos, a tal grado que, se han requerido clasificaciones que se adapten a situaciones específicas. Inicialmente se habían considerado solo dos, positivas y negativas; posteriormente surgió la propuesta de diferenciar aquellas procedentes de la producción y aquellas derivadas del consumo; en otros casos se habló de las que implican, o no, procesos de acumulación (Labandeira et al., 2007).

Éstas últimas muestran otra interacción disciplinar, ahora con la ecología. Para explicarla mejor puede ejemplificarse el caso con un contaminante acumulativo como los plásticos en los océanos cuya concentración ha ido en aumento en este siglo. La concentración de basura flotante más grande del mundo se encuentra en el giro Pacífico Norte en una cantidad que cubre aproximadamente 8 millones de cuadrados kilómetros y contiene unos 750,000 fragmentos de plástico por kilómetro cuadrado; también es relevante el parche de basura en el giro del Atlántico Norte, que contiene aproximadamente 200,000 fragmentos de plástico en cada kilómetro cuadrado (Leal Filho et al., 2021). Ambas se gestaron como resultado de decisiones multinacionales desafortunadas acerca del manejo de desechos y desde una economía lineal compuesta por procesos consecutivos de extracción-producción-distribución-consumo-desecho. Cabe recalcar que la economía ambiental solo se interesará en este tipo de contaminación acumulativa cuando claramente exista un tercer actor económico altamente perjudicado por el problema, y no atenderá las decenas de reportes de los daños letales y subletales a múltiples especies marinas. (Figura 1C).

Aún más, en el desarrollo del concepto también se ha documentado que la aglomeración trae consigo consecuencias que afectan a terceros que no están recibiendo intercambios en el mercado; la intervención de las disciplinas sociales resulta destacable en este caso. Algunos autores se refieren a la aglomeración como un gran número de personas que en multitud son capaces de producir externalidades en el transporte público (Hörcher et al., 2018; Sadrani et al., 2022), o en actividades turísticas (Silvestri et al.; 2013). Como se recalca en la Figura 1D, este tipo de externalidad implica las consecuencias que la multitud humana puede acarrear para un tercer actor económico involucrado; ejemplo de ello podrían ser las actividades recreativas marinas de buceo y snorkel que, realizadas en alta intensidad o frecuencia (aglomeración), pueden afectar un recurso turístico (como una zona arrecifal) y con ello perjudicar a la industria hotelera costera que depende de ese valor natural.

3. ¿Externalidad Ambiental es Igual a daño ambiental?

El trabajo de Hänsel y Bergh (2021) acerca de internalizar las externalidades causadas por la acidificación, el calentamiento global y la eutrofización oceánica, permite tener un punto de inicio para abordar esta pregunta. Cabe hacer notar dos asuntos, que esa investigación será usada como ejemplo para discutir este apartado, y que el sentido de la misma coincide con la

de otros autores que también han manejado el tema de las externalidades ambientales (Dragović et al., 2018; Nguyen et al., 2016; Nunes et al., 2019; Oosterhuis et al., 2014; Tovar y Tichavska, 2019, solo por mencionar algunos).

Hänsel y Bergh usan como modelo una hipotética economía costera altamente dependiente de la agricultura y la pesca; la analizan como un prototipo cerrado que no tiene relación con los estresores: acidificación, calentamiento global y eutrofización oceánica, del resto del mundo. Es decir, aíslan el sistema como en aquellos frascos con formol descritos por J. Steinbeck. Además, se centra en lo que la economía nacional podría hacer para enfrentar la afectación a la economía costera, que depende de la pesquería y la agricultura para su nutrición e ingresos. La aportación que realizan es la propuesta de instrumentación de un impuesto al carbono emitido que internalice los efectos negativos del calentamiento global, y otro impuesto sobre la escorrentía de nutrientes capaz de internalizar aquello que el impuesto anterior no logró (Hänsel y Bergh, 2021).

En concordancia con las definiciones dadas para una externalidad, queda en evidencia que los autores localizan que la parte dañada es la economía costera, y que la acidificación, el calentamiento global y la eutrofización oceánica son solo estresores que impulsan el daño (tal como se establece en la Figura 1B).

En otras palabras, en economía el manejo de una externalidad solo visualiza el daño a sus propios asuntos (y como en este caso, lo denomina costo social de los océanos), sin contemplar cualquier tipo de perjuicio identificado por otra disciplina, o efectuado sobre el ecosistema. Por tanto, una externalidad no contempla daños a un nivel del entorno natural, solo a nivel económico, siguiendo un comportamiento más próximo a la ceguera científica que el claustro impone (como se hacía referencia al inicio de este trabajo). En este sentido una externalidad no representa necesariamente a todos los daños, solo a los económicos, por lo que puede aclararse que los términos no son sinónimos.

En el ámbito de los océanos, lo anterior constituye una visión que evade la responsabilidad que las actividades económicas oceánicas tienen sobre estos ecosistemas. Con la intención de aclarar el punto se describe lo siguiente. La contaminación atmosférica por barcos pesqueros sobreviene con la quema de combustible que principalmente impulsa la propulsión de la embarcación, pero que también mantiene los procesos de refrigeración y congelación en su interior. Al llevarse a cabo el proceso de combustión se producen los gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al calentamiento global: CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), HFC's (hidrofluorocarbonos), PFC's (perfluorocarbonos), y SF₆ (hexafluoruros azufrados) (EMSA/EEA, 2021). A consecuencia de su emisión, el océano se acidifica e incrementa su temperatura.

En relación con la acidificación, lo que ocurre es que una vez en la atmósfera, el CO₂ se disuelve en el mar mediante una reacción química con el agua para formar ácido carbónico; la presencia de éste provoca la disminución del pH del océano y origina el fenómeno



conocido como acidificación marina. El proceso no termina ahí, ya que la acidificación es capaz de causar daños mayores, tales como el incremento en la disolución de exoesqueletos de organismos calcáreos (corales, moluscos y crustáceos), y disminución en todos los procesos biológicos y químicos de calcificación (Pörtner et al., 2019). Los problemas hasta aquí corresponden a la disminución de la biodiversidad, y al cambio en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos y zonas arrecifales (Federal Ministry of Education and Research, 2017).

Si la visión económica expandiera su enfoque disciplinario, podría apreciar que (en el ejemplo tratado por Hänsel y Bergh), no es la economía costera la dañada sino el sistema oceánico sobre el cual se desplantan muchos otros procesos vitales y esenciales para los ecosistemas costeros y continentales del mundo. Una nueva perspectiva podría mostrar que los impuestos pigouvianos no deberían aplicarse para aliviar los malestares económicos, sino al sistema oceánico, que es el que está dañado y que representa el cimiento de la vida en el planeta.

En este sentido, puede aducirse lo mismo para el aumento de la temperatura marina. Ocurre porque al elevarse la concentración de GEI en la atmósfera, se incrementa proporcionalmente la propia capacidad de absorber calor y con ello la atmósfera se calienta en niveles mayores. Ese calor no permanece solo en el aire, sino que es capaz de transmitirse al océano, incrementando su temperatura. Los problemas hasta aquí serían el daño a sistemas arrecifales, la muerte de corales (blanqueamiento), y la elevación del nivel del mar por derretimiento de hielos polares (Laffoley et al., 2019). Estos daños son los que deberían ser reparados para mantener el equilibrio del sistema oceánico, si lo que se pretende es que el ser humano sobreviva y a la economía oceánica se mantenga.

4. Soluciones Pigouvianas sobre el territorio oceánico mexicano

En México, en 1988 fue decretada la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) la cual incluyó un capítulo de instrumentos económicos capaces de incentivar el cumplimiento de la política ambiental. No resulta casual que su surgimiento hubiera sido un año después de que internacionalmente se presentara el contenido del Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro Futuro Común”, donde el concepto de desarrollo sostenible instaba a reconocer en el desarrollo la puerta para el mejoramiento ambiental. Los instrumentos ahí descritos (LGEEPA, 2022) representan las respuestas a las externalidades en el contexto mexicano e incluyen:

- a) Instrumentos de carácter fiscal, como los estímulos fiscales.
- b) Instrumentos financieros, como los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos

estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios, investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

- c) Instrumentos de mercado, como las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

En todos los casos, los instrumentos se desarrollaron con la intención de involucrar estrategias económicas, ya sea para promover cambios de conducta en actividades comerciales, industriales y de servicios, o para incentivar a que se realicen acciones de protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico (LGEEPA, 2022). El alcance de la “promoción de cambios de conducta” o la “incentivación” parece no haber tenido mayor éxito ya que, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, el índice de eutrofización en el Pacífico mexicano va de bajo a medio, mientras que el Golfo de México alcanza niveles muy altos. Respecto a la disuasión para evitar el desecho de plásticos parece que tales instrumentos tampoco han tenido un poder remarcable; la cantidad total de estos materiales en el territorio oceánico mexicano va de 100-500 g/km² en el Pacífico, y de 1000 a 10,000 g/km² en el Golfo de México (ECLAC, 2020).

Por otra parte y en relación con estas herramientas cabe mencionar que, actualmente, el gobierno de México no las considera centrales cuando se refiere a las finanzas oceánicas de la Estrategia Mexicana que se pretende desarrollar para obtener una economía oceánica sostenible del 2021 al 2024. Lo que si prevalece en esta iniciativa es la construcción de una transición a una economía oceánica sostenible a través de: i) la búsqueda de inversionistas para lograr el financiamiento directo del sector público y asistencia de desarrollo; ii) el desarrollo e implementación de Planes Oceánicos Sostenibles que logren desbloquear el financiamiento del sector privado; iii) el establecimiento de mecanismos para mejorar la transparencia de las finanzas oceánicas; iv) del desarrollo de un mapa de riesgo oceánico y un índice de riesgo mundial para catalizar un mercado de seguros oceánicos responsable y sostenible e inversiones en la resiliencia de islas y comunidades costeras; v) el establecimiento de un sistema de contabilidad oceánica para México capaz de dirigir la toma de decisiones de forma más certera (Gobierno de México, 2021). En ningún caso estas propuestas son descritas como respuestas a externalidades.



Más aún, y con relación a la aplicación de las herramientas económicas acotadas en la LGEEPA, cabe señalar que dentro de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 “Vida Submarina”, se localiza de forma específica la meta 14.6 que explica la necesidad de prohibir ciertos tipos de subvenciones a la pesca. Se trata de eliminar esos estímulos económicos que no concretan el fin para el que fueron diseñados, sino por el contrario, solo contribuyen a la sobrepesca, a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. La misma meta exhorta a abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca deben tratarse en el marco de la Organización Mundial del Comercio (Organización de las Naciones Unidas, 2023).

Por otra parte, la situación ambiental del territorio oceánico mexicano conduce indefectiblemente a exponer un aglomerado de actividades económicas que se llevan a cabo en el mismo espacio. Cabe recordar que, a diferencia del territorio terrestre (que se piensa bidimensional), el territorio oceánico es volumétrico y con verticalidad, lo cual genera diversas secciones, un fondo marino, un suelo y un subsuelo, que dirigen necesariamente a una variedad de usos antrópicos (Rivera-Páez, 2018); por ejemplo la pesca, la maricultura, la extracción algal y el turismo podrían coincidir en un sinnúmero de áreas costeras mexicanas.

En este orden de ideas podría aplicarse el concepto de externalidades de aglomeración en un sentido diferente al descrito en la Figura 1D. Se trataría de aquellos daños a terceros que ocasiona el conjunto de actividades económicas marinas que simultáneamente se desarrollan sobre un territorio marino específico (es decir, la aglomeración no se referiría a la muchedumbre, sino a la multitud de actividades).

Es evidente que ello representa un asunto de alta complejidad que requiere de la interdisciplinariedad para comprender la realidad y buscar soluciones. Y para este tipo de casos, no necesariamente los instrumentos desarrollados frente a las externalidades ambientales negativas resultan ser herramientas de utilidad; es decir, los impuestos, las subvenciones públicas, el dar un precio a los recursos ambientales a través del óptimo social de contaminación, la introducción de una regulación, o el otorgar derechos de propiedad sobre los recursos ambientales, no podrían ser la mejor solución frente a la variedad y cantidad de daños ambientales oceánicos asociados.

Por ejemplo, al analizar la problemática oceánica mexicana mediante el modelo metodológico Fuerza-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR; *Driver-Pressure-State-Impact-Response* con siglas en inglés DPSIR), el cual posee la capacidad de poner de relieve las relaciones causa-efecto entre las actividades humanas (políticas, sociales, económicas y culturales) y las condiciones del ecosistema marino, se lograron determinar una serie de daños que las actividades consuntivas (pesca, extracción algal, maricultura, extracción de petróleo, extracción de sal) y no consuntivas (transporte comercial, y turismo) producían.

Los resultados se muestran en la Tabla 1 y forman parte de una investigación más amplia de los autores de este trabajo.

En caso de considerar externalidades ambientales a cada uno de los 64 daños detectados, se tendrían que aplicar, por lo menos, 64 estrategias pigouvianas cuyo interés principal sería disminuir los daños hacia la actividad económica, disuadir la capacidad contaminadora o para fomentar el buen manejo del entorno natural, pero en ningún momento reducir realmente la presión ambiental que todas estas actividades ejercen continuamente.

Tabla 1 Daños al territorio oceánico mexicano detectados como Impactos en la aplicación del modelo metodológico FPEIR para cinco actividades consuntivas y dos no consuntivas

PESQUERIAS

1. Muerte/disminución de la biodiversidad por sobrepesca
2. Muerte/disminución de la biodiversidad por emisión de GEI debido a barcos pesqueros
3. Muerte/disminución de la biodiversidad por pesca ilegal/No declarada/No regulada
4. Muerte/disminución de la biodiversidad por uso de artes de pesca destructivas
5. Elevación del nivel del mar por emisión de GEI debido a pesquerías
6. Blanqueamiento de corales y organismos arrecifales por emisión de GEI debido a pesquerías
7. Extinción de especies por sobrepesca
8. Extinción de especies por pesca ilegal/No regulada/No declarada
9. Desaparición de hábitat de fondo marino por uso de artes de pesca destructiva
10. Muerte/daño a la comunidad bentónica por uso de artes de pesca destructiva
11. Muerte por asfixia o enredamiento por desecho/pérdida de artes de pesca
12. Afectaciones subletales por microplásticos provenientes de artes de pesca desechados

MARICULTURA

13. Muerte/disminución de la biodiversidad por interacciones con organismos criados por maricultura
14. Muerte/daño a la comunidad bentónica por incremento de materia orgánica en maricultura
15. Muerte por asfixia o enredamiento por desecho/pérdida de artes de pesca en maricultura
16. Afectaciones subletales por microplásticos provenientes de artes de pesca de maricultura
17. Eutroficación e hipoxia originada por incremento de materia orgánica en maricultura
18. Daño letal por sustancias químicas empleadas en maricultura
19. Daño subletal por sustancias químicas empleadas en maricultura
20. Aumento en la resistencia bacteriana a antibióticos por manejo en maricultura

EXTRACCIÓN ALGAL

21. Cambio/disminución de la biodiversidad por sobrepesca de extracción algal



EXTRACCIÓN DE SAL

22. Muerte/disminución de la biodiversidad por destrucción de manglares debido a la expansión salinera
23. Muerte/disminución de la biodiversidad por escorrentía hipersalina debido a salineras

EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO

24. Muerte/disminución de la biodiversidad por emisión de GEI debido a extracción petrolera
25. Elevación del nivel del mar por emisión de GEI debido a extracción petrolera
26. Blanqueamiento de corales y organismos arrecifales por emisión de GEI debido a extracción petrolera
27. Muerte/daño a la comunidad bentónica por vertimiento de lodos de perforación
28. Daño letal por derrames petroleros desde plataformas
29. Daño letal por aguas residuales operativas provenientes de extracción petrolera
30. Daño letal por emisión de ruido submarino proveniente de extracción petrolera
31. Daño subletal por derrames petroleros desde plataformas
32. Daño subletal por emisión de ruido submarino proveniente de extracción petrolera
33. Daño subletal por vertimiento de aguas residuales operativas de extracción petrolera

TRANSPORTE COMERCIAL MARÍTIMO

34. Muerte/disminución de la biodiversidad por emisión de GEI debido a transporte comercial marítimo
35. Muerte/disminución de la biodiversidad por vertimiento de aguas residuales operativas de buques
36. Muerte/disminución de la biodiversidad por derrames petroleros desde buques
37. Muerte/disminución de la biodiversidad por desprendimiento de sustancias antiincrustantes desde buques
38. Muerte/disminución de la biodiversidad por descarte/pérdida de barcos, de contenedores y materiales
39. Cambio/disminución de la biodiversidad por vertimiento de agua de lastre desde buques
40. Elevación del nivel del mar por emisión de GEI debido a transporte marítimo comercial
41. Blanqueamiento de corales y organismos arrecifales por emisión de GEI debido a transporte marítimo comercial
42. Daño letal por emisión de ruido submarino proveniente de transporte marítimo comercial
43. Daño letal por descarte/pérdida de barcos/contenedores y materiales
44. Daño letal por sustancias antiincrustantes
45. Daño letal por derrames petroleros desde buques de transporte
46. Daño letal por vertimiento de aguas residuales operativas de buques
47. Daño subletal por emisión de ruido submarino proveniente de transporte marítimo comercial
48. Daño subletal por descarte/pérdida de barcos/contenedores y materiales
49. Daño subletal por sustancias antiincrustantes desde buques
50. Daño subletal por derrames petroleros desde buques de transporte
51. Daño subletal por vertimiento de aguas residuales operativas de buques
52. Disminución de megafauna por choques con barcos

TURISMO

53. Muerte/disminución de la biodiversidad por emisión de GEI debido a turismo
 54. Elevación del nivel del mar por emisión de GEI debido a turismo
 55. Blanqueamiento de corales y organismos arrecifales por emisión de GEI debido a turismo
 56. Muerte por asfixia o enredamiento por desecho/pérdida de plásticos del turismo
 57. Afectaciones subletales por microplásticos provenientes de desechos/pérdidas del turismo
 58. Eutroficación e hipoxia originada por aguas residuales urbanas de zonas turísticas
 59. Daño letal por bloqueadores solares
 60. Daño subletal por bloqueadores solares
 61. Daños/cambios a hábitat costero por actividades turísticas destructivas
 62. Daños/cambios a hábitat costero por incorporación de especies vegetales invasoras
 63. Daños/cambios a hábitat costero por relleno artificial de arena en playas
 64. Daños/cambios a hábitat costero por aumento en materia suspendida total llevada por aumento en la escorrentía fluvial debida al desarrollo urbano turístico
-

Resulta importante puntualizar que el mantenimiento de las actividades económicas sobre el mar no resolvería ninguno de los problemas enlistados en la Tabla 1, y por el contrario, si forzarían la llegada a puntos de resiliencia que conducirían a situaciones catastróficas para el ser humano. Y es que las soluciones de economía ambiental hacia una externalidad no consideran las funciones vitales que los océanos proveen y de los que no se puede prescindir:

- a) Absorción del calor contenido en la atmósfera
- b) Motor generador del ciclo del agua
- c) Participación en el ciclo del carbono (sumidero de CO_2)
- d) Regulación del clima
- e) Hábitat que protege y sustenta a las especies marinas y terrestres
- f) Hábitat que protege y mantiene las reservas genéticas
- g) Control de enfermedades
- h) Capacidad fotosintética productora de O_2
- i) Impulsor de la productividad de la cadena trófica a través de las corrientes marinas
- j) Detoxificación



En este punto, cabe hacer hincapié de los conocimientos que otras disciplinas podrían aportar a la economía ambiental. Se trata de recalcar la importancia de mantener a los servicios ambientales marinos que han permitido el florecimiento de la especie humana y de sus propias actividades económicas a lo largo de 13,000 años. A saber, y entre otras funciones, la alta capacidad calorífica del agua oceánica hace que absorba mucho más del calor atmosférico que la parte terrestre y regule el contenido térmico en la atmósfera (IPCC, 2020) y con ello se han producido las condiciones climáticas favorables para que el ser humano sobreviva y pueda despuntar sus actividades económicas.

Asimismo, el océano es el motor que conduce el ciclo hidrológico; el 64% del agua que evapora el Océano Atlántico, precipita como lluvia en el mismo océano y 22% en tierra continental, mientras que los porcentajes correspondientes al Océano Pacífico son 85% y 8% (Dey et al., 2021), con lo cual se pueden abastecer las fuentes de agua continentales de las que dependen todas las actividades económicas.

También es el sitio que amortigua la absorción de CO₂ razón por la cual se le debería considerar como prioritario para manejar el emergente cambio climático (Pörtner et al., 2019).

Debe remarcar que los servicios ecosistémicos abastecen de forma natural, continua y gratuita a todo el Planeta, y aunque deberían ser de máxima relevancia, no se les suele considerar de importancia a nivel social, ni económico. Es decir, ninguno de estos servicios posee prioridad en el desarrollo de las actividades económicas, por lo que se han descuidado, ignorado, dañado e infravalorado de forma excesiva (Lucas-Rojas, 2017).

5. Nuevos Enfoques

No es tarea fácil resolver problemáticas derivadas de la aglomeración económica en el territorio oceánico mexicano. El diseño de soluciones no debería partir centralmente de la economía ambiental sino reconocer a ésta solo como una disciplina más que podría aportar herramientas complementarias.

Desde esta perspectiva, el reto principal consistiría en conectar a la economía, con la sociedad y con el entorno natural, evitando la gestión separada que los claustros han desarrollado. Aún más, se requeriría abarcar por completo la serie de procesos económicos antrópicos que han producido los daños marinos. Esto es, contemplar a la extracción, a la producción, a la distribución, al consumo, y al desecho, como escenarios para que diferentes estrategias surgidas de variadas disciplinas puedan afrontar los problemas.

A continuación, se exponen dos perspectivas que tienen la capacidad de abordar sistémicamente esa aglomeración económica en el territorio oceánico mexicano. En este trabajo, una de las perspectivas se ha enfocado a la extracción y la otra al cuatrinomio producción-distribución-consumo-desecho, pero de ninguna forma este esquema pudiera ser limitativo a su potencial.

5.1. Frente a la Extracción: Límites

Desde 1972, los investigadores Donella Meadows, Dennis Meadows y Jørgen Randers, autores de “Limits to Growth”, establecieron que debería fomentarse la necesidad de una innovación social profunda y activa a través del cambio tecnológico, cultural e institucional con el fin de evitar que el aumento en la huella ecológica de la humanidad superara la capacidad de carga del planeta Tierra (Meadows et al., 1972). Argumentaron que las limitaciones en el crecimiento físico eran un aspecto indispensable en la política mundial y que las consecuencias de un crecimiento humano extralimitado solo conducirían al colapso.

De acuerdo con la investigación señalada, los límites deberían establecerse en relación con los espacios y los recursos finitos del planeta. El modelo que generaron cubrió cinco aspectos que causaban preocupación mundial: la industrialización acelerada, el rápido crecimiento de la población, la desnutrición generalizada, el agotamiento de los recursos no renovables, y el deterioro del medio ambiente. La principal conclusión que establecen es que “si las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos continúan sin cambios, los límites del crecimiento en este planeta serán alcanzados en algún momento dentro de los próximos cien años” (a partir de 1972) (p.23).

Pero no importando la avalancha de pruebas, la palabra “límites” siguió sin ser asociada a la economía capitalista, y tal cual como expone Dennis Meadows en la edición del año 2012 de su obra:

En los años setenta la reacción principal fue de escándalo y crítica; en los ochenta, de ridículo; en los noventa, la actitud dominante fue meramente de ignorancia y olvido de nuestra obra. Los economistas quedaron perplejos y disgustados ante un estudio que se atrevía a desafiar el supuesto económico implícito de que el crecimiento se prolongaría indefinidamente.....Se trataba de un pilar fundamental del planteamiento económico y la aceptación general de nuestros hallazgos les hubiera significado tener que renegar de gran parte de su disciplina.” (Meadows et al., 2012, p.19).

A inicios del siglo XXI, la importancia del establecimiento de límites ha sido un parteaguas a partir de que un grupo de investigadores establecieron que fue a partir de los años cincuenta del siglo XX, cuando se originaron cambios que dieron cuenta del poder humano para incidir sobre el destino del planeta y con ello iniciar el Antropoceno. Como evidencia mostraron veinticuatro indicadores capaces de exponer lo que ellos definieron como la Gran



Aceleración. Se trata de un modelo basado en observaciones reales sobre el rápido crecimiento de las presiones humanas, que muestra de forma gráfica el crecimiento acelerado que ocurrió a partir de 1950 en doce aspectos socio-económicos mundiales (población, Producto Interno Bruto real, inversiones extranjeras directas, embalses de ríos, uso del agua, consumo de fertilizantes, población urbana, consumo de papel, restaurantes McDonald's, vehículos motorizados para el transporte, comunicación telefónica, turismo internacional), y doce sistemas terrestres (concentración atmosférica de dióxido de carbono, concentración atmosférica de óxido nitroso, concentración atmosférica de metano, disminución atmosférica de ozono, temperatura promedio de la superficie en hemisferio norte, grandes inundaciones, ecosistemas oceánicos, estructura de la zona costera, biogeoquímica de la zona costera, pérdida de selvas y bosques, cantidad de tierras domesticadas, biodiversidad global) (Steffen et al., 2011; Steffen, Broadgate, et al., 2015).

El comportamiento de los 24 sistemas revela un sobreconsumo de muchos recursos en una cantidad que no puede mantenerse indefinidamente, y que ha llevado a establecer el enfoque de límite planetario. Un límite trata de definir un espacio operativo seguro para que continúen prosperando las sociedades humanas sin alejarse del Holoceno mediante el establecimiento de acotamientos para la perturbación antropogénica en determinados procesos críticos del sistema terrestre. Los estudios han conducido a la selección de nueve sistemas cuyo equilibrio pone en riesgo el espacio de prosperidad humana; se enlistan a continuación: cambio climático atmosférico, cambios en la integridad de la biósfera, disminución del ozono estratosférico, acidificación oceánica, flujos biogeoquímicos (fósforo y nitrógeno), cambios de uso de suelo, uso del agua, carga de aerosoles atmosféricos, nuevas entidades (Rockström et al., 2009). Todos estos límites se encuentran intrínsecamente relacionados con el océano, y el conseguir el espacio operativo seguro a nivel planetario aseguraría, en consecuencia, el mantenimiento del equilibrio del sistema marino.

La aplicación del principio precautorio es fundamental para conservar el funcionamiento del planeta tal como lo hemos conocido, por tanto, el controlar el comportamiento de la economía y del humano es esencial. Eso significa que las presiones humanas sobre los recursos del planeta deben disminuir y el trabajo debe dirigirse a que el desarrollo mundial se coloque dentro de los límites biofísicos que implican la estabilidad (Steffen, Richardson et al., 2015).

La limitación que se pretende sobre la economía capitalista representa actualmente una batalla contra un paradigma económico gigantesco que busca la sobrevivencia ambiental y humana; y para ello solo cuenta con herramientas científicas y éticas.

A partir de todo lo expresado respecto a los límites planetarios, desde Oxfam (Oxford Committee for Famine Relief) también se aceptó que tales límites podrían constituir un techo que no debe sobrepasarse porque los sistemas de la Tierra se volverían

irreversiblemente inestables, y por tanto, altamente peligrosos para el ser humano. Agregó además que si existía un techo debería haber una base a la que denominó piso social, la cual tampoco debería traspasarse porque se estaría generando inequidad social; desigualdad de género; falta de acceso a salud, educación, ingreso, agua, comida, energía; carencia de libertad de expresión; desempleo; y una escalada a puntos de resiliencia social peligrosos (Raworth, 2012).

La adecuación gráfica a esta explicación origina una forma de dona conocida como “Oxfam Doughnut Model” que combina el techo ambiental (anillo exterior) y un piso social (anillo interior) capaces de limitar un área entre anillos óptima para la existencia humana; deslizarse fuera de tales límites sería catastrófico para el ser humano.

Esta propuesta es, sin duda, es una expresión de que las actividades económicas deben estar limitadas tanto un marco ambiental como uno social (Sayers y Trebeck, 2015).

Kate Raworth, autora de estas ideas que complementan socialmente los aspectos ambientales, ha señalado que la erradicación de la pobreza no constituiría una mayor presión sobre los límites planetarios debido a que, de acuerdo a los datos disponibles en Oxfam, todas las personas que viven en pobreza podrían situarse dentro de la base social con una utilización de recursos adicionales sorprendentemente escasa: a) proporcionar el aporte calórico adicional que necesita el 13% de la población mundial que padece hambre sólo requeriría el 1% de la producción mundial actual de alimentos; b) sería posible proporcionar electricidad al 19% de la población mundial que actualmente carece de acceso a ella con un aumento de las emisiones mundiales de CO₂ inferior al 1%; c) acabar con la pobreza de ingresos del 21 por ciento de la población mundial que vive con menos de 1.25 dólares al día sólo requeriría el 0.2% ciento de los ingresos mundiales.

En la actualidad la principal presión sobre los límites planetarios la ejerce el consumo excesivo de recursos por parte de aproximadamente el 10% más rico de la población mundial, así como los patrones de producción de las empresas que proporcionan los bienes y servicios que este porcentaje de personas más ricas adquiere; d) sólo el 11% de la población genera alrededor del 50% de las emisiones mundiales de carbono, y no son las personas en pobreza (Raworth, 2012). La autora recalca que, si el 57% de los ingresos mundiales está en manos de sólo el 10% de la población, entonces no debería repartirse la responsabilidad ambiental de forma equitativa per cápita, sino en sectores o grupos económicos específicos que deberían atender y participar en la resolución de las problemáticas ambientales y sociales en las que están ampliamente involucrados. Es decir, debe ejercerse un límite sobre la acumulación incontrolada de capital por unos cuantos.

Todo lo expuesto en relación con los límites en el uso y extracción de recursos naturales debería ser considerado para abordar los problemas sistémicos de los océanos.



5.2 Frente al procesamiento, distribución, consumo, y generación de desechos: Economía Azul

La economía azul es una propuesta económica cuya premisa es servirse del conocimiento acumulado durante millones de años por la naturaleza para alcanzar cada vez mayores niveles de eficacia, respetando el medio y creando riqueza, y traduciendo esa lógica del ecosistema al mundo empresarial (Pauli, 2011).

En esta economía no hay una centralización del mercado y de las ganancias; en ella se busca conciliar las actividades humanas con el entorno natural a través de hacer coincidir los conocimientos multidisciplinarios de científicos y de empresarios. Armonía con la naturaleza y procesos de simbiosis, y regenerar-no reciclar, son tres de los pilares que propone a través de su trabajo en “Zero Emissions Research and Initiatives” (ZERI, 2023).

El siguiente caso resalta su visión y utilidad. Esta economía inicia observando el proceso en la naturaleza. Por ejemplo, las algas son organismos fotosintéticos capaces de absorber CO₂ (un gas atmosférico problemático actualmente), y que para su crecimiento unicelular solo requieren agua, luz de sol y nutrientes inorgánicos que generalmente se encuentran disueltos en el agua como diversas sales. Su subproducto de crecimiento es el O₂ que requerimos para respirar y algo deben hacer bien estos organismos, ya que han sobrevivido desde hace mil millones de años. Gran parte de ellas se localiza en los océanos.

Posteriormente se busca emular su papel en la naturaleza incluyendo la potencialidad económica para el ser humano, pero sin dejar rastros de que la secuencia económica extracción-procesamiento-distribución-consumo-generación de desechos participó. Es decir, se debe realizar un diseño que no deje desechos contaminantes, tal como la naturaleza gestiona sus procesos.

Posteriormente se puede crear un proceso de producción de algas que absorban CO₂ (gas de efecto invernadero), y cuya biomasa sea cosechada para extraer aceites y nutrientes protéicos de interés empresarial; el aceite tiene la capacidad de usarse como biocombustible y sustituir al aceite de maíz, de soya o de palma, evitando la deforestación agrícola. Por su parte, los nutrientes pueden aliviar la desnutrición de la zona donde se ubique la planta productora. El O₂ producido mejora la estabilidad atmosférica y el manejo de la planta productora genera puestos de trabajo en la comunidad. Adicionalmente si los procesos de extracción del aceite y nutrientes son impulsados por energía solar o eólica, algunos problemas ambientales que enfrentan los océanos serían manejados con estrategias de esta economía azul. El ejemplo descrito se ha consolidado con conocimientos aportados desde el Centro de Biorrefinamiento de la Universidad de Minnesota, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable en Costa Rica, y el impulso de empresarios brasileños (Pauli, 2011). El financiamiento e interés empresarial es un factor para el éxito de este tipo de economía.

Por tanto, se trata de nuevos diseños basados en la naturaleza donde la economía capitalista no tiene cabida, y donde el cambio del paradigma económico es fundamental. La innovación y creatividad económica deberían dirigir sus esfuerzos a integrar armónicamente las actividades consuntivas (pesca, extracción algal, maricultura, extracción de petróleo, extracción de sal) y no consuntivas (transporte comercial, y turismo) a modelos que funcionen convenientemente con la naturaleza.

6. Reflexiones Finales

El reconocimiento de las externalidades por parte de la economía, en los años veinte del siglo pasado, colocaron el reflector sobre situaciones económico-sociales que deberían corregirse para lograr un bienestar social, pero sin dañar los intereses del mercado.

Desde esta perspectiva, y debido a que la estrategia nunca buscó ser resolutiva ambientalmente, las externalidades sobre el entorno natural siguieron existiendo sin ser eliminadas o atenuadas. Esto no podría ser de otra forma, ya que las herramientas económicas empleadas frente a las externalidades no son capaces de integrar la complejidad que rodea al ser humano y solo buscan enmarcarse adecuadamente en el mercado. El necesario enfoque multidisciplinario fue subrayado en este ensayo y además se ha remarcado la necesidad del cambio de paradigma económico capitalista.

Así que debe llegar un momento en que la secuencia económica capitalista reconocida como actual motor del mundo, esto es, la extracción, seguida del procesamiento, luego la distribución, después el consumo, y finalmente el desecho, sean simultáneamente modificadas para conseguir una nueva relación entre los ecosistemas marinos y la especie humana.

Los nuevos escenarios que aparecen tienen que ver indudablemente con los límites que el ser humano debe autoimponerse con relación a su entorno natural y a sus semejantes, y además, con el desarrollo de una capacidad adaptativa a los tiempos, flujos y ciclos que la naturaleza ha establecido.

Finalmente hay que recordar que A. Pigou vivió en una época de guerra que lo llevó a desarrollar el concepto de externalidades en 1920 y, seguramente, de vivir en este siglo XIX, tendría la audacia de enfrentarse como economista a estas nuevas batallas que se presentan en los océanos, y en el planeta entero. Su exploración cognitiva podría llevarlo a buscar la conexión con otras disciplinas y teorías capaces de abrir los claustros teóricos que encierran el pensamiento capitalista; todo con la intención de conseguir no solo el bienestar social, sino ahora también el ambiental.



Referencias

- Bertalanffy, von L. (1989). *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica.
- Boudreaux, D. y Meiners, R. (2019). Externality: Origins and Classifications. *Natural Resources Journal and JSTOR*, 59(1), 1–34.
- Cabrillo, F. (20 de enero de 2023). La Economía del Bienestar de Pigou. *Fundación Civismo*. <https://civismo.org/es/la-economia-del-bienestar-de-pigou/>
- Dey, D., Aldama Campino, A. y Döös, K. (2021). A complete view of the atmospheric hydrologic cycle. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. <https://doi.org/10.5194/hess-2021-509>
- Dragović, B., Tzannatos, E., Tselentis, V., Meštrović, R. y Škurić, M. (2018). Ship emissions and their externalities in cruise ports. *Transportation Research-Transport and Environment*, 61, 289–300. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.11.007>
- ECLAC. (2020). *The outlook for oceans, seas and marine resources in Latin America and the Caribbean: conservation, sustainable development and climate change mitigation*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. Tambutti, M. y Gómez, J.J. (eds.), Project Documents (LC/TS.2020/167), Chile.
- EMSA/EEA. (2021). *European Maritime Transport Environmental Report 2021*. Publications Office of the European Union.
- Federal Ministry of Education and Research. (2017). *Ocean Acidification. The Other Carbon Dioxide Problem*. Federal Ministry of Education and Research.
- Fondazione Eni Enrico. (2013). *Nautical Tourism, Carrying Capacity and Environmental Externality in the Lagoon of Marano and Grado*. JSTOR, <https://www.jstor.org/stable/resrep00975>
- González-Paz, J. (2000). Pasado, Presente y Futuro de la Economía del Bienestar. *Anales De La Real Academia De Doctores*, 4, 51–73.
- Hänsel, M. C. y Bergh, J. C. J. M. (2021). Taxing interacting externalities of ocean acidification, global warming, and eutrophication. *Natural Resource Modeling*, 34(3). <https://doi.org/10.1111/nrm.12317>
- Hörcher, D., Graham, D. y Anderson Richard (2018). The Economic Inefficiency of Travel Passes Under Crowding Externalities and Endogenous Capacity. *Journal of Transport Economics and Policy*, 52, 1–22.
- IPCC. (2020). *The Intergovernmental Panel on Climate Change and the Sixth Assessment Cycle*. IPCC Secretariat.
- Kishtainy, N., Abbot, G., Farndon, J., Kennedy, F., Meadway, J., Wallace, C. y Weeks, M. (2019). *El Libro de la Economía*. Penguin Random House Grupo Editorial SA de CV.

- Labandeira, X., León, C. y Vázquez, M. X. (2007). *Economía Ambiental*. Pearson-Prentice Hall.
- Laffoley, D., Baxter, J. M., Day, J. C., Wenzel, L., Bueno, P. y Zischka, K. (2019). Marine Protected Areas. En Elsevier (Ed.), *World Seas: an Environmental Evaluation* (pp. 549–569). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00027-9>
- Leal Filho, W., Hunt, J. y Kovaleva, M. (2021). Garbage Patches and Their Environmental Implications in a Plastisphere. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1289. <https://doi.org/10.3390/jmse9111289>
- Leff, Enrique. (2006). *Aventuras de la Epistemología Ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI Editores.
- LGEEPA, Cámara de Diputados LXV Legislatura. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Diario Oficial de la Federación, última reforma 11 abril de 2022.
- Lucas-Rojas, C. A. (2017). *Economía Ambiental*. Fondo Editorial Areandino.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. y Behrens, W. (1972). *The Limits to Growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. A Potomac Associates Book.
- Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. y Behrens, W. (2012). *Los Límites del Crecimiento*. Taurus Pensamiento.
- New Media Universidad Francisco Marroquín. (18 de enero de 2023). *El mito de los defectos del mercado por Pedro Schwartz* [Archivo de video de la Universidad Francisco Marroquín, 2015]. <https://newmedia.ufm.edu/video/el-mito-de-los-defectos-del-mercado/>
- Nguyen, T. L. T., Laratte, B., Guillaume, B. y Hua, A. (2016). Quantifying environmental externalities with a view to internalizing them in the price of products, using different monetization models. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.018>
- Nunes, R. A. O., Alvim-Ferraz, M. C. M., Martins, F. G. y Sousa, S. I. V. (2019). Environmental and social valuation of shipping emissions on four ports of Portugal. *Journal of Environmental Management*, 235, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.039>
- Oosterhuis, F., Papyrakis, E. y Boteler, B. (2014). Economic instruments and marine litter control. *Ocean & Coastal Management*, 102, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.005>
- Organización de las Naciones Unidas. (20 de enero de 2023). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- Pauli, G. (2011). *La Economía Azul*. 10 años. 100 innovaciones. 100 millones de empleos. Metatemas TusQuets Editores.



- Pörtner, H., Roberts, D., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. y Weyer, N. M. (2019). *Summary for Policymakers In IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. IPCC Secretariat.
- Raworth, K. (2012). Un espacio seguro y justo para la humanidad: ¿Podemos vivir dentro del donut?. Documentos de Debate de OXFAM.
<https://oxfamilibrary.openrepository.com/>
- Rivera-Páez, S. (2018). *Intereses de Colombia en el Mar. Reflexiones y Propuestas para la construcción de País Marítimo*. Fénix Media Group S.A.S.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., Wit, C., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P., Costanza, R., Svedin, U. . . . Foley, J. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for *Humanity*. *Ecology and Society*, 14(2).
- Sadrani, M., Tirachini, A. y Antoniou, C. (2022). Optimization of service frequency and vehicle size for automated bus systems with crowding externalities and travel time stochasticity. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 143, 103793.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103793>
- Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. (2010). *Macroeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*. McGraw-Hill.
- Sayers, M. y Trebeck, K. (2015). The UK Doughnut: A framework for environmental sustainability and social justice. Documentos de Debate de OXFAM.
<https://oxfamilibrary.openrepository.com/>
- Startz, R., Dornbush, R. y Fisher, S. (2020). *Macroeconomía*. McGraw-Hill.
- Steffen, W [W.], Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. y Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98.
<https://doi.org/10.1177/2053019614564785>
- Steffen, W [W.], Persson, A., Deutsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P. J., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockstrom, J., Scheffer, M., Schellhuber, H. J. y Svedin, U. (2011). The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship. *Ambio*, 40, 739–761.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S., Vries, W. de, Wit, C., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G., Persson, L., Ramanathan, V., Reyes, B. y Sorlin, S. (2015). Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. *Science*, 347(6223).
- Steinbeck, J. (2009). *Sea of Cortez: A Leisurely Journal of Travel and Research*. Penguin Books.

- Tovar, B. y Tichavska, M. (2019). Environmental cost and eco-efficiency from vessel emissions under diverse SO_x regulatory frameworks: A special focus on passenger port hubs. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 69, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.01.019>
- UNESCWA. (2023). Glossary of United Nations Economic and Social Commission for Western Asia. *Environmental Externalities*. <https://archive.unescwa.org/sd-glossary/environmental-externalities>
- ZERI. (15 de enero de 2023). Zero Emissions Research and Initiatives. <http://www.zeri.org/>