

Economía circular y sustentabilidad desde la Teoría del Metabolismo Social

Circular Economy and Sustainability from the Theory of Social Metabolism

David Alejandro Vargas Belmar

Universidad Autónoma del Estado de México, México

davbelmar@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-9664-4637>

Patricia Mercado Salgado

Universidad Autónoma del Estado de México, México

pat_mersal@yahoo.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5140-3139>

Recepción: 29 Julio 2024

Aprobación: 04 Noviembre 2024



Acceso abierto diamante

Resumen

La humanidad enfrenta desafíos ambientales y sociales por el predominante modelo de la Economía Lineal que olvida la dependencia humana con la naturaleza. Se cimienta en la sobreexplotación de recursos y generación masiva de residuos, depredando ecosistemas naturales traduciéndose en afectaciones a la flora, fauna y clima. La propuesta actualmente más aceptada como alternativa es la Economía Circular. El concepto de circularidad en el contexto ambiental no es nuevo, data del siglo XVII. Pero hasta la segunda mitad del siglo XX fue retomado a causa de la concientización ambiental ante la degradación perceptible del entorno natural y sus afectaciones directas al ser humano. Este periodo fomentó la construcción de enfoques en atención a la problemática ambiental, buscando alternativas que logren transitar hacia un modelo restaurador. El propósito de esta reflexión teórica es avanzar en el entendimiento de la economía circular como arquetipo del Desarrollo Sustentable empleando la visión de la Teoría del Metabolismo Social que analiza la reciprocidad de materias y energías entre los procesos naturales y sociales dentro de los límites planetarios. A modo de conclusión se puede decir que la economía circular descuida la relevancia metabólica existente entre las entidades sociales y naturales por el reduccionismo antropocéntrico del beneficio económico.

Palabras clave: Economía circular, Economía lineal, Metabolismo social, Sustentabilidad.

Abstract

Humanity faces environmental and social challenges due to the predominant model of the Linear Economy that forgets human dependence on nature. It is based on the overexploitation of resources and massive generation of waste, depredating natural ecosystems resulting in impacts on flora, fauna and climate. The proposal currently most accepted as an alternative is the Circular Economy. The concept of circularity in the environmental context is not new, it dates back to the 17th century. But it was not until the second half of the 20th century that it was taken up again due to environmental awareness of the degradation of the natural environment and its direct impact on human beings. This period encouraged the construction of approaches to address environmental problems, seeking alternatives that manage to move towards a restorative model. The purpose of this theoretical reflection is to advance in the understanding of CE as an archetype of Sustainable Development using the vision of the Theory of

Notas de autor

davbelmar@gmail.com

Social Metabolism that analyzes the reciprocity of materials and energies between natural and social processes within planetary limits. Finally, it can be said that CE neglects the metabolic relevance existing between social and natural entities caused by the anthropocentric reductionism of economic benefit.

Keywords: Circular economy, Linear economy, Social metabolism, Sustainability.

Introducción

El planeta tierra contiene los elementos necesarios para la vida. Los seres vivos que la habitan se han desarrollado a través de la adaptación y el manejo de los recursos naturales. Los seres humanos, por su parte, buscan comprender su entorno al depender de ello su supervivencia (Rodríguez y Quintanilla, 2019), acumulando conocimientos empíricos y formando relaciones con los organismos con los que coexisten (Carabias et al., 2009). Esta relación puede ser vista entre dos campos de conocimiento: ecología y sociología. La primera constituye el estudio de la relación de los organismos vivos con su hogar, es decir, con el medio ambiente en el que habitan (Carabias et al. 2009). La segunda persigue el estudio sistemático de los entornos sociales, sus instituciones, incluida la vida de las personas, los grupos, las comunidades y las sociedades (Longo et al., 2021). De esta relación surge la socio-ecología como un sistema complejo y flexible ante la interacción de diferentes componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos entre otros (Farhad, 2012). Pero esta relación humano-naturaleza ha sido entendida solamente desde la mirada antropocéntrica generadora del grave problema ambiental (Cifuentes et al. 2018), por no comprender que no se está por encima de nadie (Hernández y Sandoval, 2022) y que ha abandonado esa relación complementaria con el medio ambiente y otros seres vivos al grado de olvidar que de ello depende su sobrevivencia.

El ser humano no vislumbra aún que está en una etapa crítica por el manejo irracional de los recursos planetarios. Por mencionar algunos datos, la sobreexplotación de recursos se ha triplicado desde 1970, pasando de 30.000 a 106.000 millones de toneladas diarias. Este consumo desmedido ha causado que los recursos que podía restablecer el planeta en 2024 se agotarán el 1 de agosto, si se continúa de esta manera, se prevé que la explotación de materiales aumente un 60% de aquí al 2060. Una parte de las consecuencias es que el proceso de extracción y transformación de recursos son los causantes de más del 60% de emisiones de efecto invernadero y el 40% con impacto negativo a la salud humana. Por otro lado, se espera que para 2050 se generen 3,400 millones de toneladas anuales de residuos, trayendo cambios en los ecosistemas y cursos del agua que tardarán cientos de años en restablecerse (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024; Banco Mundial [BM], 2018; Global Footprint Network [GFB], 2024). Todo lo anterior ha traído una cadena de desastres para la biósfera que vive su sexta extinción masiva generada por la actividad de la especie humana. Estas cifras muestran que los beneficios de la Revolución Industrial, ahora se ponen en tela de juicio al no tener en cuenta al medio ambiente (ONU, 1987).

Ante este escenario y a partir de la premisa de que el ser humano y su organización social son parte integrante de los ecosistemas e inseparables del ecosistema global, Alarcón (2020) habla de una crisis socio ecológica, definida como aquellas situaciones en las cuales la reproducción social, los procesos y condiciones ecosistémicos para atender las necesidades básicas de los seres humanos se encuentran en riesgo, tanto a nivel local como global, por el uso insostenible, reconociendo que la actual crisis parte del proceso de acumulación de capital propio del desarrollo capitalista. Mientras tanto, la sociedad vive acelerada, incapacitada de contemplar las consecuencias de sus actividades, en la que el ser humano debería regresar a su raíz, la naturaleza, haciendo un alto al tipo y ritmo de vida (Rodríguez y Quintanilla, 2019).

El modelo económico lineal ha respondido a las necesidades egocéntricas del ser humano, creando falsas necesidades o soluciones a problemas inexistentes, impulsando la significancia del estatus social (Cifuentes et al. 2018). El presente se caracteriza por la intensa actividad humana, de ahí que, de manera geológica se le ha denominado la era del antropoceno (Urquiza, 2023) o era de los humanos sustentada por el uso desmedido de recursos, la extinción masiva de especies y alteraciones del paisaje natural (Morales et al. 2021; Farhad, 2012). En este sentido, la economía puede ser fundamental para resolver el problema del crecimiento económico y manejo de los recursos naturales (Corona, 1992).

La relación entre el ser humano y el planeta es inseparable. Sin embargo, el modelo económico lineal adoptado desde el siglo XVIII ha generado esta crisis por lo que es indispensable contribuir en el

entendimiento de la EC, analizándola desde la Teoría del Metabolismo Social por la reciprocidad de materias y energías entre los procesos naturales y sociales y su perspectiva biológica que fortalecerá a este nuevo campo de conocimiento aportando en la concepción planetaria sustentable.

De la economía lineal a la economía circular

El siglo XXI marca un punto de inflexión, permeado por la crisis medioambiental global, donde el modelo económico predominante (lineal) persiste en extraer recursos, procesarlos y desecharlos una vez consumidos sin gestión alguna, llevando a tal situación. Las consecuencias de la linealidad del modelo han sido el parteaguas del sinfín de problemas medioambientales, sociales y, por lo tanto, económicos al desencadenar escasez de los recursos naturales (Gutiérrez, 2022) y generación en exceso de residuos.

El modelo de economía lineal está caracterizado por: (a) la inestabilidad en el suministro de recursos (Kusumo et al. 2022); (b) daños irreversibles por el agotamiento de materias primas que comprometen la capacidad del planeta al no conseguir frenar la producción y consumo (Ramírez y Cortés, 2024; Prieto et al. 2017)]; (c) limitarse a responsabilizarse de los procesos sin prestar mayor atención al origen de los insumos y del destino de los residuos (Carrillo y Ponce, 2024); (d) buscar la manera de satisfacer deseos y necesidades del mercado de consumo, empleando estrategias como la obsolescencia programada con la finalidad de alcanzar sus objetivos empresariales (Fraire et al., 2023); (e) transferir la responsabilidad de los residuos al cliente (consumidor) que compra productos y servicios (Bartoszczuk, 2023).

El modelo de la economía lineal (Figura 1) inicia con los recursos naturales finitos que son extraídos por exigencia del mercado, transformados en productos, consumidos y desechados a modo de cómprelo, úselo y tírelo (Carrillo y Vázquez, 2023).



Figura 1.

Diagrama de Economía Lineal.

Fuente: Adaptada de Kusumo et al. (2022).

El modelo lineal, herencia de la Revolución Industrial, tiene un enfoque antropocéntrico (Camacho y Chávez, 2023) y refleja la comprensión histórica de la crisis planetaria del actual colapso ecológico caracterizado por las alteraciones planetarias generadas en respuesta a la expansión masiva de las actividades humanas (Martínez, 2023; Torres, 2016). Para la naturaleza es como una canasta de recursos ilimitados (Carrillo et al., 2024): se pueden obtener permanentemente en cualquier momento y sin restaurarlos, sin embargo no considera la generación de residuos ni al ambiente de principio a fin. Esta crisis ambiental ha permanecido por siglos con su constante degradación a los ecosistemas naturales que ha llevado a creer en la existencia de un límite planetario, creando diferentes enfoques para ser atendida. El que se aborda en este trabajo es la EC, predominante como alternativa por su planteamiento de circularidad al mantener un persistente uso de los recursos en el mercado, generando procesos transitorios que reduzcan la extracción de recursos y generación de residuos y colabore a la restauración de los ecosistemas naturales.

Antecedentes históricos de la Economía Circular

El término circularidad en la economía no es nuevo. Existe evidencia donde David Hume (1711-1776) reconoce que fue nombrado a finales del siglo XVII (Van den Berg, 2019), aunque hay autores que lo datan un

siglo después (Ugalde, 2021; Haas et al., 2020). Fue hasta el siglo XVIII donde surgieron los mayores exponentes del término, destacando Richard Cantillon (1680-1743), François Quesnay (1694-1774) y François Véron Duverger de Forbonnais (1722-1800).

En 1758 François Quesnay, economista perteneciente a la corriente fisiocrática con inspiración biológica (Aguado et al., 2009), consideró a la economía como una actividad gobernada por leyes naturales de flujos físicos que no pueden analizarse fuera del orden natural (Castro, 2002). Su trascendencia surge por reconocer y plasmar al proceso económico como un flujo circular en las *Tableaux Économiques* (Van den Berg, 2019; Reike et al., 2018).

Mientras tanto, los economistas clásicos eran conscientes de la incapacidad del abastecimiento constante de recursos. Smith (1795) por ejemplo, señalaba la importancia de conocer los límites de la producción anual; Malthus (1846) destacaba que la diferencia entre el crecimiento poblacional y la producción se traduciría en la muerte de millones de personas.

Por otra parte, Mill (1943) criticó al crecimiento ilimitado de la riqueza del capital, causante de las alteraciones a los ecosistemas naturales por el exterminio en extremo de especies al verlas como competidoras de alimentos. Así mismo, resaltó una situación estacionaria entre el capital y la población que podría consolidar beneficios para la cultura del entendimiento y el progreso moral y social que ayudaría a aprender el arte de vivir.

En los años 60's del siglo pasado se retoma el término circularidad en el artículo *The Economics of the Coming Spaceship Earth* de Boulding (1966). Este autor describe el tránsito de los recursos en la actividad humana, que comienzan en un escenario no económico al económico y finalizan cuando su valor se vuelve cero. Reconoce el proceso de descubrirlos, extraerlos, procesarlos y desecharlos en depósitos no económicos por ser inapropiados al sistema de intercambio. Ante esto, sugiere transitar de una economía abierta (lineal) a una cerrada (circular) capaz de reproducir continuamente el material en un sistema ecológico cíclico, proponiendo como pregunta eje:

“¿Por qué preocuparnos por todo esto, si la economía espacial todavía está muy lejos (al menos más allá de la vida de cualquiera que esté vivo ahora)? Así que comamos, bebamos, gastemos, extraigamos y contaminemos, y seamos tan felices como podamos, y dejemos que la posteridad se preocupe por la nave espacial Tierra” (pág. 10).

A principios de la segunda mitad del siglo pasado se genera un punto de inflexión. Las consecuencias del modelo lineal se hicieron perceptibles en el aire, ríos, lagos, mares y suelos. Motivando al surgimiento de manifestaciones sociales, como el de Rachel Carson con su publicación *Silent Spring* de 1962, que despertó la conciencia medioambiental y atrajo la atención mundial (dos Santos et al. 2019) al denunciar las afectaciones por el uso del pesticida DDT, que perjudicaba a la biodiversidad en especial al águila calva, símbolo nacional de Estados Unidos (Friedman, 2007). En 1970 el Congreso de aquel país creó la Agencia de Protección Ambiental (McIntosh, 2007). Tal circunstancia provocó el interés de académicos como Barry Commoner, Erhlich, McHarg, Stahel y Reday originando un aumento en artículos publicados, campañas sociales ambientales y legislaciones de instituciones gubernamentales a nivel global.

En 1972 se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo, Suecia, considerada la primera reunión global que atendía problemas ambientales (Castro, 2002; Camacho y Chávez, 2023; Carabias et al, 2009). Ante este escenario mundial, se generaron nuevos enfoques, tales como: Economía Ambiental, Ecología Industrial, Biomímesis, Economía Circular, Economía Azul y Economía Ecológica.

El primer entendimiento formal por la comunidad internacional para el cuidado del medio ambiente se efectuó en la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, en 1984 con la creación de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Fue el 4 de agosto de 1987, en el 42º periodo de sesiones, donde la Comisión presentó un informe sobre el medio ambiente y el desarrollo, proponiendo el concepto de Sustainable Development. Para abordarlo, proponía asegurar la satisfacción de las necesidades del

presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias (ONU, 1987). El concepto de EC se introdujo formalmente en 1990 en la obra *Economics of Natural Resources and the Environment* de los economistas ambientalistas David Pearce y Kerry Turner basados en el trabajo del economista ecológico Boulding (Donaghy, 2022; Espinoza, 2023).

En 1991 Japón fue el primer país en utilizar principios circulares con la Ley para la utilización efectiva de los reciclables (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2024) y China el primero en una legislación nacional mediante su Ley de Promoción de la EC de 2008 (reformada en 2018), definiéndose en su artículo 2° como las actividades de reducción, reutilización y aprovechamiento de recursos realizadas en los procesos de producción, circulación y consumo (National People's Congress [NPC], 2018). En México existe una iniciativa con proyecto de decreto para expedir la Ley General de Economía Circular. La Secretaría del Medio Ambiente por su parte expidió el 1 de agosto de 2024, las “BASES PARA LA ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO DE LA Estrategia Nacional de Economía Circular en México”. Además, el gobierno de la presidenta Claudia Sheinbaum dió a conocer que el municipio de Tula en el estado de Hidalgo (Ciudad más contaminada de México) se convertirá en el primer proyecto de EC del país. A nivel estatal la Ciudad de México, Querétaro, Quintana Roo y Chihuahua cuentan con legislación referente a la EC. El Estado de México por su parte ha estado en mesas de diálogo sin formalizar alguna propuesta sobre el tema.

La posteridad de Boulding nos ha alcanzado, reflejada por la preocupación y los esfuerzos de varios sectores para establecer a la EC como:

“Sistema económico que reemplaza el concepto de fin de vida útil por la reducción, reutilización alternativa, reciclaje y recuperación de materiales en los procesos de producción/distribución y consumo. Opera a nivel micro (productos, empresas, consumidores), meso (parques eco industriales) y macro (ciudad, región, nación y más allá), con el objetivo de lograr un desarrollo sostenible, creando simultáneamente calidad ambiental, prosperidad económica y equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras” (Kirchherr et al. 2017, pág. 229).

Para avanzar en esta perspectiva alternativa es preciso aterrizar mecanismos de la EC entorno al Desarrollo Sustentable.

La Economía Circular en la Sustentabilidad

Aunque Sustainable Development domina de manera discursiva los sectores públicos y privados. En inglés existe solo el término Sustainable y en español Sustentable y Sostenible. Rivera et al., (2017) mencionan la indistinción en la traducción entre las dos del vocablo anglosajón. Al final ha resultado en un debate al ser definidas independientemente por diferentes autores (Tabla 1).

Tabla 1
Desarrollo Sustentable y Desarrollo Sostenible

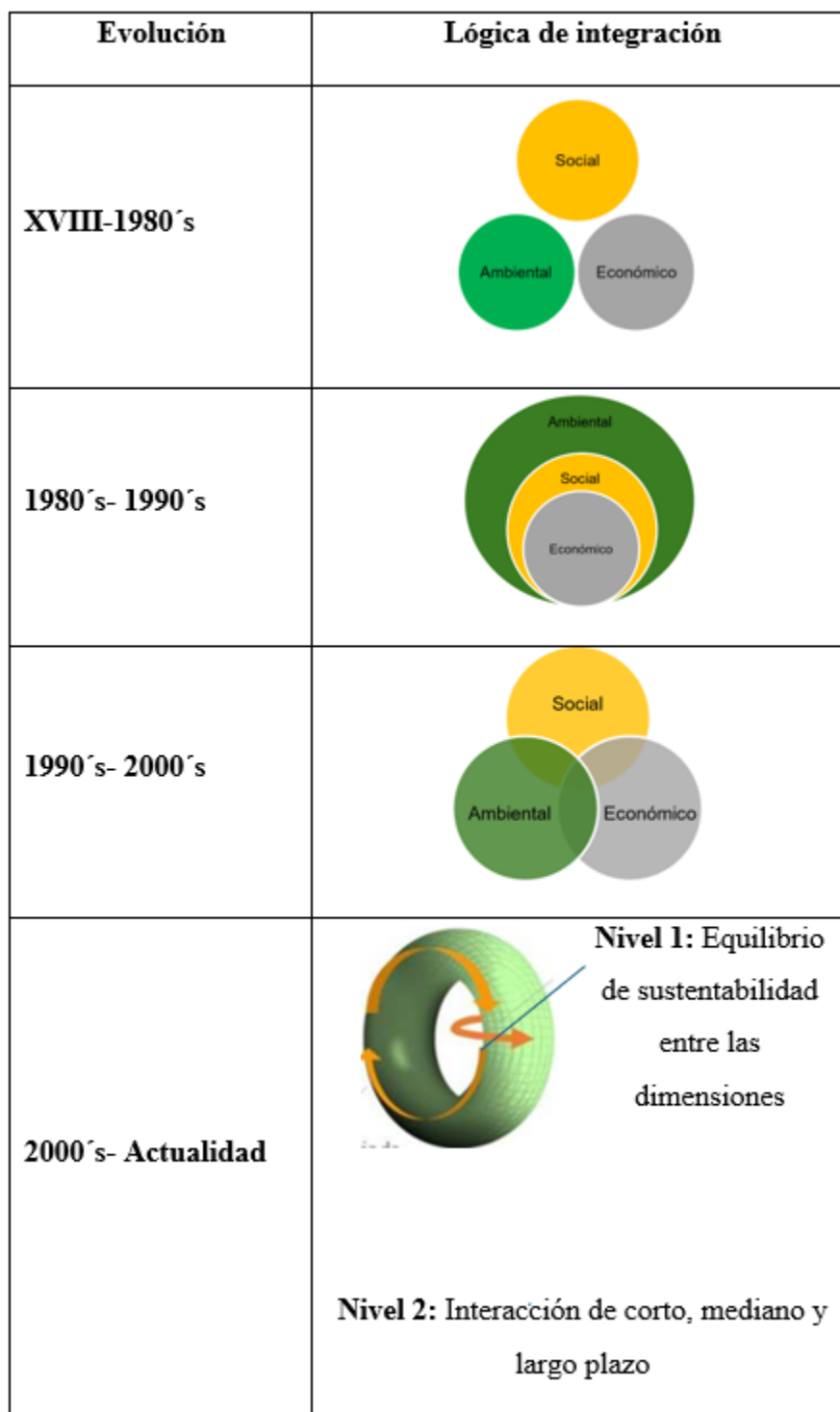
<i>Fuente</i>	<i>Desarrollo sustentable</i>	<i>Desarrollo sostenible</i>
Octtinger, 2022.	Consiste en un crecimiento regulado que contiene algunas medidas políticas y sociales para encaminar de manera eficiente los recursos del planeta tierra. Este tipo de desarrollo satisface las necesidades actuales de todos los habitantes del planeta, sin comprometer los recursos del futuro.	Tipo de desarrollo que se puede mantener por sí mismo sin que se vean afectados los recursos del planeta. Este tipo de desarrollo no precisa una intervención humana o exterior, ya que puede sostenerse de manera autónoma. Contando con tres factores claves: sociedad, economía y medio ambiente.
Rivera et al., 2017.	Enfatiza el cuidado de los recursos naturales y su uso, pero mediante un modelo que proteja el ambiente como prioridad.	Representa un enfoque principal sobre el desarrollo y busca la manera que sea sostenido por medio del cuidado del ambiente

Fuente: Elaboración propia

El Desarrollo Sustentable se concibe menos antropocentrista y más integradora de equilibrios ecosistémicos alejándose de la visión de desarrollo del crecimiento económico (Mariño et al., 2018) con mayor cuidado del medio natural. Ante el debate y partiendo de la relación sociedad-naturaleza Ruggerio (2021) sugiere la construcción de una definición de sostenibilidad basada en la teoría del sistema complejo con el fin de distanciarse de las definiciones discursivas como las aplicadas para definir el Sustainable Development de la ONU (1987).

Rivera et al. (2017) concluyen que no existe una Sostenibilidad a largo plazo y destacan que la Sustentabilidad es manejada para reconciliar el crecimiento económico con los ecosistemas, manteniendo una alta producción y proteger a la naturaleza, que al final resulta contradictorio por desconocer cómo conservar y cómo hacerlo. Agregan que, al referirse al Desarrollo, el término Sustentable debe entenderse como un proceso de desarrollo equilibrado desde lo social, económico y ambiente y el Desarrollo Sostenible como el proceso económico que le permite al sistema perdurar en el tiempo. En el presente trabajo los términos se utilizan indistintamente al provenir la información de artículos en inglés.

Ha existido avance en la discusión en referencia a que el ser humano no está desligado de su entorno y en que la dimensión económica no está exenta de su complementariedad social y ambiental. La Figura 2 esquematiza la evolución del concepto de Desarrollo Sostenible en la que destaca las dimensiones y su lógica de integración.

**Figura 2.**

Evolución de la integración lógica de las dimensiones del concepto de Desarrollo Sostenible.

Fuente: Adaotada de Prieto et al., (2017).

Más allá del término, lo trascendente está en que ha sido considerado demasiado confuso para ser implementado (Van den Brande, et al. 2011) o contradictorio, imposibilitado a sostener un crecimiento económico infinito en un planeta limitado (Ruggerio, 2021).

La EC al desarrollarse como enfoque promotor del uso responsable de los recursos. En los últimos años, ha sido respaldada como política para minimizar las cargas para el medio ambiente y estimular la economía (Moraga et al., 2019).

Dicho de otra manera, la EC ha asistido al concepto de sustentabilidad al tomar el rol del modelo de actuación (Imberón y Souto, 2023; Prieto et al., 2017), por lo que puede considerarse como requisito previo para el mantenimiento de la sustentabilidad de la vida humana en la tierra (Ghisellini et al., 2015). En otras palabras, la EC se presenta como una solución práctica al reto de la sustentabilidad (Corvelle et al., 2022), aunque se corre el riesgo que ante las crisis sociales y ambientales surja un escenario entusiasta en políticas e investigaciones de la EC con prácticas sostenibles solamente para la producción y el consumo (Deutz, 2023). Dejando de lado nuevamente la atención a los problemas por la desvinculación al medio ambiente y los problemas sociales. Esta transición requiere un cambio entrañable en la estructura organizativa, cultural, de procesos y de los recursos humanos (Atif, 2023).

Los modelos más sobresalientes de la EC son el de la Fundación Ellen Macarthur (FEM, 2022) con su diagrama mariposa (Figura 3) y el de la ONU (2021) (Figura 4). El primero describe dos ciclos principales: el ciclo biológico (izquierda) y el ciclo técnico (derecha). El ciclo biológico retrata a los nutrientes de los materiales biodegradables que se devuelven a la Tierra para regenerar la naturaleza; el ciclo técnico, delinea los flujos de los productos y materiales que se mantienen en circulación a través de procesos como la reutilización, reparar, remanufactura y reciclaje. El segundo describe de manera similar el manejo del ciclo técnico y ciclo biológico solo que, de manera integrada, se observa que después de la recolección y tratamiento se distinguen los materiales biodegradables (amarillo) y los productos o materiales pueden entrar al ciclo económico o que pueden ser utilizados como energía.

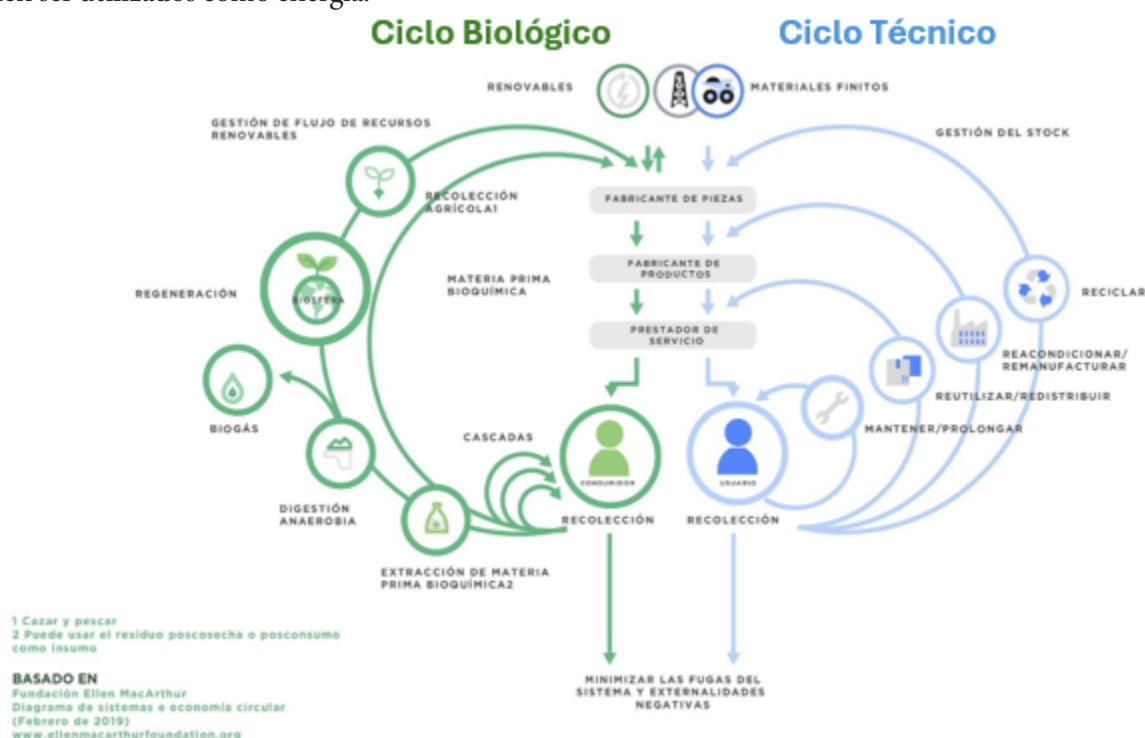


Figura 3.

Diagrama de la Economía Circular de la Fundación Ellen Macarthur.

Fuente: Sistema Economía Circular Querétaro (SECQ, 2024).

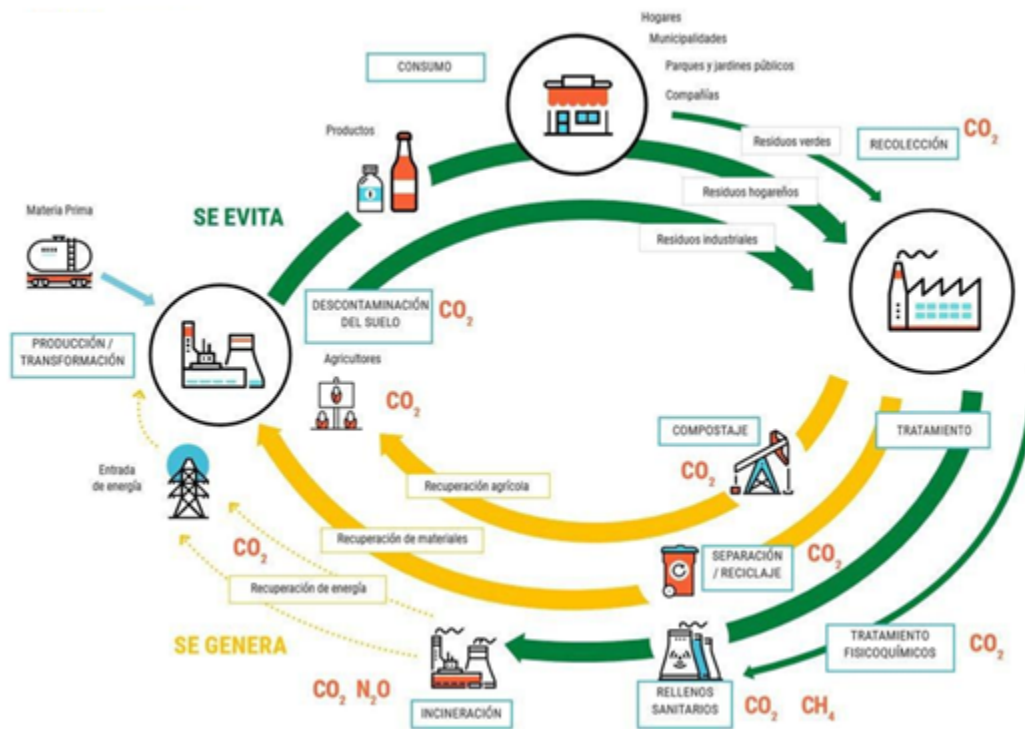


Figura 4.

Diagrama de la Economía Circular de la ONU.

Fuente: ONU (2021).

La EC olvidada que las disminuciones del impacto y de contaminación unitarias se encuentran sistemáticamente anuladas por la multiplicación del número de unidades vendidas y consumidas (Ruiz, et al., 2015) que provocaría mayores niveles de producción (Lang & Marsden, 2018) como si fuera un efecto rebote.

Economía Circular de Rebote

En 2020 se creó la International Society for the Circular Economy (IS4CE por sus siglas en inglés) para describir a la EC como un campo emergente (Kirchherr et al., 2023), fomenta la reducción de residuos en los procesos de producción (Yang et al., 2023; Parlamento Europeo, 2023; Kusumo et al., 2022; Vence y López, 2022) convirtiendo esos residuos en recursos (Lopez, et al., 2021) y extendiendo el final de la vida útil del producto (Herro et al., 2022). Paradójicamente, los residuos como recursos pueden aumentar la demanda de residuos en lugar de reducir sus volúmenes (Corvellec et al., 2022). Resultados paradójicos por los objetivos que se quieren alcanzar de reducir los impactos al medio ambiente. Ante la falta de coherencia en el lenguaje, el concepto de EC puede atraer efectos rebote inevitablemente (Valencia et al., 2023), sobre todo, por ser un sistema alineado al lucro sin aún responder a las necesidades ambientales (Deutz, 2023).

La EC requiere una reforma completa de todo el sistema de actividad humana. (Kirchherr et al., 2017). Su agenda centrada en la recuperación circular de recursos y residuos conserva su condición de proyecto de crecimiento económico, subestima la demanda de consumo continuo (Schröder et al., 2019). Los últimos años muestran claramente que la EC se está convirtiendo en una estrategia económica más que en una medioambiental (Yuan et al., 2008). Lo que realmente se requiere para reducir el impacto ambiental es menos producción y menos consumo (Corvellec et al., 2022) sin olvidar la regeneración de los ecosistemas naturales y es que el efecto rebote de la EC se produce cuando los aumentos en la eficiencia de la producción o el consumo se compensan con mayores niveles de estos (Zink & Geyer, 2017; Zerbino, 2022).

La falta de consideración del posible efecto rebote está retrasando el logro de todo el potencial de la EC (Gonçalves et al., 2022). Los estudios han demostrado históricamente que la introducción de nuevas soluciones destinadas a aumentar la eficiencia conlleva casi inevitablemente consecuencias negativas etiquetadas como el efecto rebote (Metic & Pigosso, 2022). Evidencia de ello es que el efecto rebote puede rastrearse desde 1865 con la paradoja de Jevons que señala que las mejoras en las eficiencias del carbón conducirán a un aumento neto de su demanda (Ellegaard, et al., 2022; Horvath, et al., 2019).

Es aconsejable examinar las posibilidades de rebote o efectos secundarios (Potting et al., 2018) para discutir estrategias y reducir los efectos rebote como: la implementación de la EC en un mercado menos sensible a los precios y el enfoque en el potencial de desplazamiento de material virgen de los productos al final de su vida útil (Lamba et al., 2022). Por más que se sugieran ciertas estrategias para superar este rebote, es poco probable que sean atractivas para las empresas con fines de lucro (Lang & Marsden, 2018). Sin embargo, para hacer la transición a una EC funcional, se deben alterar o eliminar las estructuras fundamentales (Repensar) y los incentivos de los sistemas de mercado (Siderius & Zink, 2023). En definitiva, la EC supone la aparición de una nueva cultura global y desafiante de reorganización (Corvellec et al., 2022) de consumo (Korhonen et al., 2018) y producción (Savini, 2019).

Se debería esperar el aumento de iniciativas de EC para identificar los cambios visibles en el metabolismo social (Haas, 2022). Sin embargo, la evidencia pinta un panorama diferente. La extracción global de materiales sigue en aumento y los esfuerzos de EC no se han notado. Es por ello por lo que se deben generar más investigaciones en el ámbito social y ambiental.

La Teoría del Metabolismo Social para el abordaje de la Economía Circular

La Teoría del Metabolismo Social es un instrumento teórico que analiza de manera conjunta las relaciones entre los procesos naturales y los procesos sociales (Toledo, 2013). Es una teoría interdisciplinaria, que necesita el diálogo con otras disciplinas para poder solucionar las problemáticas del intercambio entre conglomerados humanos con la naturaleza (Gómez, 2020).

Dadas las crisis socio ecológicas, por ejemplo, es necesario centrar y reivindicar a la naturaleza en una posición biocentrista de construcción cultural como engranaje catalizador del reconocimiento de sus derechos (Camacho y Chávez, 2023). Fischer & Helmut, (2000) mencionan que el metabolismo como concepto biológico se refiere a los procesos internos de un organismo vivo para mantener un intercambio continuo de materias y energía con su medio ambiente, permitiendo su funcionamiento, crecimiento y reproducción. De manera análoga, los sistemas sociales mantienen el intercambio de energías para transformar las materias primas en productos manufacturados, en servicios y finalmente en desechos. Entonces, el metabolismo social puede ser definido como el modo en que las sociedades organizan su intercambio de energía y materiales con el medio ambiente (Infante et al., 2017; Gómez, 2020).

En las ciencias económicas el término de metabolismo es poco utilizado al no estar ligado al enfoque de flujos monetarios entre agentes económicos, (dos Santos et al., 2019). Lo que subraya la indiferencia entre los intercambios materiales y energéticos entre la naturaleza y la sociedad.

Para mejor entendimiento Toledo, (2013) describe que el metabolismo está formado por dos dimensiones: uno material y otra inmaterial. El primero describe al proceso general del metabolismo social (Figura 4) con tres tipos de flujos de energía y materiales: los flujos de entrada, los flujos interiores y los flujos de salida. Comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian de materiales y energías de la naturaleza (input) y finaliza al depositar desechos en los espacios naturales (output). En el mismo sentido, el metabolismo social concibe 5 procesos metabólicos (Tabla 2) en los flujos interiores: apropiación, transformación, distribución, consumo y excreción, con los cuales se pueden comprender las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. Así como, cuantificar los flujos de materia y energía entre los conglomerados sociales y

el medio natural (Gómez, 2020). Respecto a la parte inmaterial esta formado por las instituciones, las reglas sociales y jurídicas.

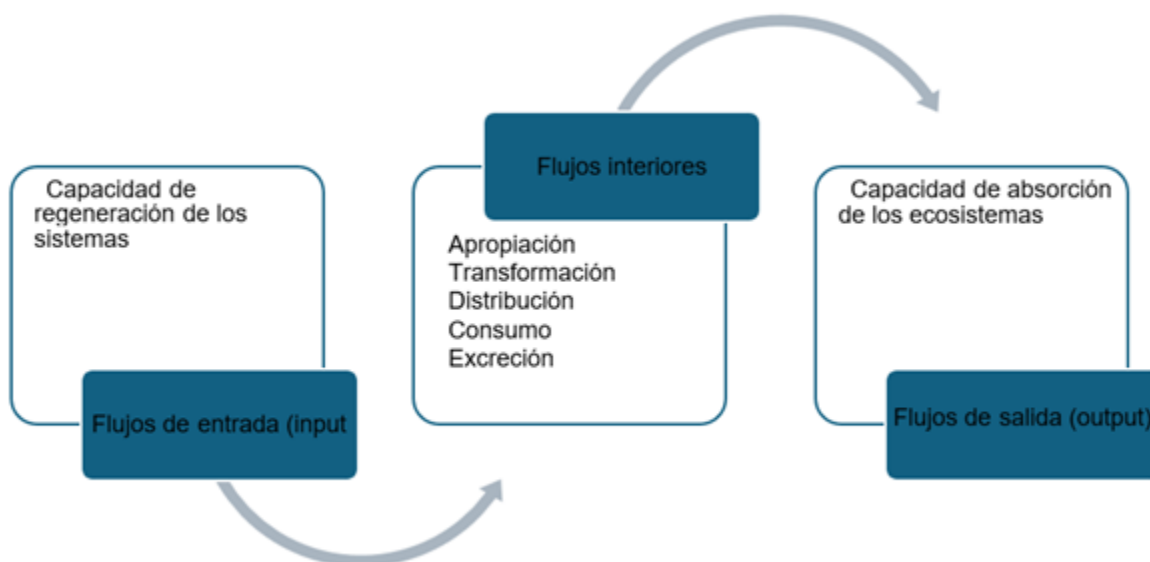


Figura 5.
Proceso general del metabolismo social.
Fuente: Adaptada de González de Molina y Toledo, (2011).

Tabla 2.

Fenómenos de los flujos internos del metabolismo social

Apropiación (A)	– Forma primaria de intercambio entre la sociedad humana y la naturaleza. – Donde la sociedad se nutre como individuos biológicos y como conjunto social para mantenerse y reproducirse. – La unidad de apropiación puede ser una empresa (estatal o privada), una cooperativa, una familia, una comunidad, o un solo individuo.
Transformación (T)	– Cambios producidos sobre los productos extraídos de la naturaleza, que no son consumidos en su forma original. – Preparación de alimentos y aún más con elaboración más compleja como la transformación de la materia (metalurgia, industria nuclear, biotecnología, petroquímica, nanotecnología, etcétera).
Circulación (C)	– Inaugura el fenómeno del intercambio económico. – Los elementos extraídos de la naturaleza comienzan a circular, transformados o no. – Cambios en los patrones de comunicación territorial logrados a través del transporte (humano, animal, fluvial, marino, aéreo, etcétera).
Consumo	– Se envuelve a toda la sociedad, independientemente de su posición en la cadena metabólica. – Proceso entendido a partir de la relación entre las necesidades del ser humano, social e históricamente determinados y los satisfactores proporcionados por medio de los tres primeros procesos (A+T+C).
Excreción (E)	– Acto por el cual la sociedad humana arroja materiales y energía hacia la naturaleza (incluyendo basuras, emanaciones, gases, sustancias y calor), – Considera la calidad de residuos (si son reciclables o no por la naturaleza) y su cantidad (si sobrepasa o no la capacidad natural de reciclaje).

Fuente: Adaptada de Toledo (2013).

El metabolismo social como herramienta de análisis proporciona un marco para distinguir entre culturas, sociedades, regiones o sectores según sus relaciones de intercambio con la naturaleza (Fischer & Helmut, 2000). Esto lleva a distinguir las características del manejo de los productos extraídos de la naturaleza, su transformación, inserción al ciclo económico, su consumo y desecho de manera más amplia. Porque no solo se puede analizar de manera lineal, sino circular al complementarse con los flujos de entrada y salida en diferentes cosmovisiones de su inmaterialidad. Por ello, el metabolismo presenta aristas diversas clasificándose (Tabla 3) (dos Santos et al., 2019) como:

Tabla 3.
Clasificación del metabolismo.

Metabolismo	Definición
Social	Se ocupa de los sistemas naturales y humanos, de su funcionamiento y de su interdependencia e interacción (González y Toledo, 2014).
Socioeconómico	Perspectiva teórica y metodológica que pretende comprender las interrelaciones entre la naturaleza y la sociedad cuantificando y cualificando los impactos biofísicos derivados de la apropiación de recursos energéticos y materiales proporcionados por el medio ambiente (Araújo et al., 2019).
Industrial	Hace referencia a los procesos físicos que transforman las materias primas y la energía, además del trabajo, en productos y residuos que se encuentran en una condición de estabilidad (Carrillo, 2009)
Urbano	Examina a las ciudades como seres dinámicos; se compara con determinados procesos fisiológicos que ocasionan aquellos recursos y energía necesarios para sostener la vida y traslada esta idea a un contexto urbano (Ávila, 2019).
Rural.	Conjunto de actos por medio de los cuales la sociedad se apropia bienes y servicios de la naturaleza (Toledo, 2008).

Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo del contexto de interacción del ser humano con la naturaleza el metabolismo social puede recibir diferentes nombres. Existe una mayor cantidad de estudios en el metabolismo urbano. Pero existen múltiples medios de apropiación de los bienes y servicios de la naturaleza que deberán ser estudiados desde lo individual hasta lo mundial.

El pensamiento sistémico y la circularidad en los sistemas ecológicos y económicos tienen sus raíces en el siglo XVIII inspiradas en ideas del metabolismo agrícola (Reike et al., 2018). El concepto de metabolismo se sustenta en la analogía y el consumo de recursos y la producción de residuos por parte del sistema socioeconómico, el metabolismo de los seres vivos y los ecosistemas (Silva et al., 2020). Para que se logre la sostenibilidad, el sistema económico debe arraigar el cambio constante de nuevos modelos de negocio, innovación tecnológica y cambios logísticos y de comportamiento (Lucertini y Musco, 2020).

Al reducir la extracción de recursos y desechos a través de estrategias de los límites planetarios (Villalba et al., 2023), la EC opta en enfocarse en las entradas y salidas (Haas, 2022) del ciclo económico, permitiendo que el metabolismo social sea el vínculo teórico clave entre la sociedad y el entorno natural (Fischer & Weisz, 2016) que fortalezca su entendimiento.

El metabolismo social y la EC pueden adoptarse simultáneamente para reconocer la necesidad de utilizar la circularidad con la finalidad de lograr la sostenibilidad, Lucertini & Musco (2020) lo ejemplifican de la siguiente manera:

“El Metabolismo nos permite cartografiar y cuantificar los flujos de recursos y energía; una vez que se comprendan estos, las partes interesadas estarán armadas con la información necesaria para hacer que sus cadenas de suministro sean más eficientes, reducir el desperdicio e introducir los principios del marco R de EC” (pág. 141).

La EC tiene un gran potencial para contribuir al abordaje metabólico social y viceversa. Por otro lado, Savini (2023) propone la circularidad del decrecimiento permitiendo repensar el valor de los residuos en términos socio ecológicos en lugar de monetarios de manera que los residuos adquieran valor social y ecológico, permitiendo así superar la competencia individual, el consumo y explotación ambiental.

Sin embargo, el marco del metabolismo requiere un análisis más profundo, al igual que el concepto de EC, al ser una colección fragmentada de ideas derivadas de campos separados (Lucertini & Musco, 2020). Pero la Figura 5 muestra esa reciprocidad metabólica existente entre los sistemas naturales y los sistemas sociales que pudieran complementarse con las investigaciones en los diferentes contextos.



Figura 6.

Analogía por reciprocidad entre el metabolismo social y la Economía circular.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

La EC es el campo de conocimiento ambiental con mayor expansión en la actualidad. Busca complementarse con la sustentabilidad de manera práctica ante la ausencia de mecanismos de aplicación en beneficio al medio ambiente. Aunque busca mayor eficiencia en el uso de recursos y generación de residuos. La

experiencia humana demuestra que se puede obtener un efecto contrario. Esto se puede explicar al no generar un cambio sistémico que ataque específicamente los procesos del modelo lineal, principalmente en la explotación de los recursos naturales y la generación de residuos por no repensar el valor en términos socio ecológicos en lugar de monetarios.

El modelo económico lineal predominante olvida la dependencia humana con los ecosistemas naturales. Por su parte, la EC abandona el análisis de los procesos metabólicos al mantener la mirada antropocentrista de querer mantener a los materiales el mayor tiempo en el ciclo económico. Por ello, es importante el lente teórico del Metabolismo Social que permitirá un mayor entendimiento de la EC en la relación sociedad-naturaleza al tomar la esencia misma de los límites planetarios de generación y absorción. Esto permitiría identificar con mayor detalle y de manera conjunta las características metabólicas y sus flujos en los diferentes contextos entre los procesos naturales y los procesos sociales.

Finalmente, este lente teórico abre un gran campo de investigación para profundizar en las relaciones metabólicas en diferentes ámbitos. Esto contribuirá también a la transición humana de dejar de ver al planeta como una fuente de recursos ilimitados. A pesar de los avances de concientización surgidos después de la segunda mitad del siglo pasado, aún faltan por analizar los efectos sociales y ambientales que pueda ofrecer la EC.

Referencias bibliográficas

- Aguado, I., Echebarría, C. y Barrutia, J. (2009). El desarrollo sostenible a lo largo de la historia del pensamiento económico. *Economía Mundial*(21), 87-110.
- Alarcón, C. (2020). Crisis socio ecológicas y educación popular ambiental en el mundo rural: la relevancia de Paulo Freire para los estudios críticos de la comunicación ambiental y la educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Pedagogía Crítica*, 18 (24), 149-171.
- Araújo, A., Andrade, D., & Souza, H. (2019). Metabolismo Socioeconômico (MSE): Construção Conceitual e Convergência com a Economia Ecológica (EE). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 31 (1), 127-143.
- Atif, S. (2023). Mapping circular economy principles and servitisation approach in business model canvas: an integrated literature review. *Future Business Journal*, 9 (1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s43093-023-00211-6>
- Ávila, D. (2019). Implicaciones del metabolismo urbano en el cambio climático. *Vivienda y comunidades sustentables*, 3 (6), 79-98. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i6.104>
- Banco Mundial [BM]. (2018, 20 de septiembre). Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Bartoszczuk, P. (2023). Circular Economy and Its Restriction. *Economics and Environment*, 86 (3), 469-482.
- Boulding, K. E. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. Jarett H. (Ed.). *Environmental Quality in a Growing Economy Resources for the future*, Johns Hopkins University Press, 3-14.
- Camacho, D., y Chávez, B. (2023). La teoría biocéntrica como fundamento protector de la naturaleza en la actividad económica. *Revista de Derecho*, (39), 7-23. <https://doi.org/10.32719/26312484.2023.39.1>
- Carabias, J., Meave, J., Valverde, T., y Cano, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI (1ª ed.)*. Naucalpan, México, México: Pearson educación.
- Carrillo, G. (2009). Una revisión de los principios de la ecología industrial. *Argumentos Estudios críticos de la sociedad*, (59), 247-265.
- Carrillo, G., & Ponce, J. (2024). La construcción de políticas de Economía Circular en América Latina. En G. Carrillo, G. Martinez, y R. Ríos. (Eds.) *Sustentabilidad, Innovación y Tecnología* (pp. 44-70). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Carrillo, G. y Vazquez, W. (2023). ¡Haz algo por tu país!: Sustentabilidad, Economía circular y Mipymes. Una charla con el Dr. Gonzalo Maldonado, *Revista Administración y Organizaciones*. 26 (50), 86-103
- Carrillo, G., Martinez, G., & Ríos, R. (2024). Introducción: las narrativas de la sustentabilidad. En G. Carrillo, G. Martinez, y R. Ríos. (Eds.) *Sustentabilidad, Innovación y Tecnología* (pp. 12-42). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Castro, M. (2002). *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía*. [Tesis Doctoral, Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales]. <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/jmc/tesisjmcb.pdf>
- Cifuentes, F., Díaz, R., y Osses, S. (2018). Ecología del comportamiento humano: las contradicciones tras el mensaje de crisis ambiental. *Acta bioethica*, 24 (1), 161-165.

- Corona, A. (1992). Economía del medio ambiente y de los recursos naturales. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 23 (91), 47-66.
- Corvellec, H., Stowell, A., & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 26 (2), 421-432. <https://doi.org/10.1111/jiec.13187>
- Deutz, P. (2023). Exploring the Limitations of a Circular Economy Under Capitalism and Raising Expectations for a Sustainable Future. *Journal of Circular Economy*, 1 (3) <https://doi.org/10.55845/HEML8087>
- Donaghy, K. (2022). A Circular Economy Model of Economic Growth with Circular and Cumulative Causation and Trade. *Networks and Spatial Economics*, 22 (3), 461-488. <https://doi.org/10.1007/s11067-022-09559-8>
- dos Santos, A., Caixeta, D. & Ferreira, H. (2019). Metabolismo Socioeconômico (MSE): Construção Conceitual e Convergência com a Economia Ecológica (EE). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 31 (1), 127-143.
- Espinoza, A. (28 de junio de 2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25 (49), 109-134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Ellegaard, L., Viola, S., & Scott, N. (2022). Jevons Paradox: Sustainable Development Goals and Energy Rebound in Complex Economic Systems. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en15165821>
- Estenssoro, F. (2015). El ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en America Latina. *UNIVERSUM*, 30 (1), 81-99.
- Farhad, S. (2012). Los sistemas socio-ecologicos. Una aproximación conceptual y metodológica. *Resúmenes. XIII Jornadas de Economía Crítica*. https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-10/SEMANA5/Lectura_6Semana5.pdf
- Fischer, M., y Helmut, H. (2000). El metabolismo socioeconómico. *Revista del sur*, 19 (2000), 21-33.
- Fischer, M. & Weisz, H. (2016). The Archipelago of Social Ecology and the Island of the Vienna School. En H. Hberl, M. Fischer, F. Krausmann, & V. Winiwarter, (eds.). *Social Ecology; Society-Nature Relations across Time and Space* (pp. 3-28). Springer International Publishing.
- Fraire, M., Moine, M., Tamagno, M., y Peralta, S. (marzo de 2023). De la economía lineal a la economía circular. Caracterización y beneficios del modelo circular. Paralelismo con el modelo lineal. *Territorios productivos*, 1 (1) 8-26.
- Friedman, M. (2007). Un libro que transformó a una nación. Rachel Carson. G. Clack, (Ed.) *La pluma contra el veneno* (pp. 5-7).
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Global Footprint Network [GFN]. (2023, 27 de Julio). *The Power of Food*. <https://www.footprintnetwork.org/2023/07/27/the-power-of-food/>
- Gómez, D. (2020). Metabolismo social y bioética. Un diálogo de saberes. *Revista Iberoamericana de Bioética* (12), 01-11. <https://doi.org/10.14422/rib.i12.y2020.010>
- Gonzalez, M., & Toledo, V. (2014). The Social Metabolism: A Socio-Ecological Theory of Historical Change. *Environmental History* 3, 163-165.
- Gutiérrez, R. I. (2022). Aplicación de Modelos de Economía Circular en México y Colombia: Estudio de caso. *Interconectando Saberes*, 7 (14). 203-218. <https://doi.org/10.25009/is.v0i14>

- Haas, W. (2022). Circularity's stumbling blocks How stuttering implementation and socio- metabolic root causes adversely interact. En H. Lehmann, C. Hinske, V. de Margerie, & A. Slaveikova (Eds.). *In The Impossibilities of the Circular Economy* (pp. 202-214). <https://doi.org/10.4324/9781003244196-22>
- Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Lauk, C., & Mayer, A. (2020). Spaceship earth's odyssey to a circular economy – A century long perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105076>
- Hernández, J. & Sandoval, E. (2022). Educación comunitaria agroecológica, un método para fortalecer la relación humanidad-naturaleza en familias campesinas mayas. *Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana*, 7 (14). <https://doi.org/10.35600/25008870.2022.14.0221>
- Herro, S., Ferrer, M. & Latorre, M. (2022). Circular economy and innovation: a systemic literature review. *Central European Business Review*, 11 (1), 65-84. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.275>
- Horvath, B., Bahna, M., & Fogarassy, C. (2019). The Ecological Criteria of Circular Growth and the Rebound Risk of Closed Loops. *Sustainability*, 15. doi:10.3390/su11102961
- Imbernó, A. y Souto, L. (2023). Innovación y economía circular, un binomio perfecto. *Economía y Desarrollo Revista de la Facultad de Economía de la Universidad de la Habana*, 167 (2).
- Infante, J., Gonzalez, M. y Toledo, V. (2017). El metabolismo social. Historia, métodos y principales aportaciones. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 27, 130-152.
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling* 127, 221-232. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kirchherr, J., Urbnati, A., & Hartley, K. (2023). Circular Economy a New Research Field?. *Journal of Industrial Ecology* 27, 1239-1251. <https://doi.org/10.1111/jiec.13426>
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Eshetu, S. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production* 175. 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.111>
- Kusumo, F., Mahlia, T., Pradhan, S., Ong, H., Silitonga, A., Rizwanful, I., Nghiem L. & Mofijur, M. (2022). A framework to asses indicators of the circular economy in biological system. *Environmental Technology & Innovation*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102945>
- Lamba, Kumar, N.S., & Dhir, S. (2023). Circular economy and sustainable development: a review and research agenda. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Lang, M. & Marsden, T. (2018). Rethinking growth: Towards the well-being economy. *Local Economy*, 33 (5), 496-514. <https://doi.org/10.1177/0269094218792474>
- Longo, S., Isgren, E., Clark, B., Jorgenson, A., Jerneck, Olsson, L., Kelly O., · Harnesk D. & York, R. (2021). *Sociology for sustainability science. Discover Sustainability*, 2 (47). <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00056-5>
- Lopez, S., Bernal, D. Y Lidyeth, S. (2021). Apuntes sobre el papel de la política fiscal en la transición hacia un modelo de economía circular en México. *economía unam* 18 (53), 167-187.
- Lucertini, G., & Musco, F. (2020). Circular Urban Metabolism Framework. *One Earth*, 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.02.004>
- Malthus, T. (1846). Ensayo sobre el principio de la población. (J. Noguera y J. Miquel, Trad.). Establecimiento literario y tipografico de D. Lucas Gonzalez (Trabajo original publicado 1798).
- Mariño, J., Flores, S. y Bonilla, J. (2018). Sostenibilidad Versus Sustentabilidad. Una propuesta integradora que desvirtúa su uso homólogo. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales* 34 (87), 1391-1422.

- Martinez, A. (2023). La política del antropoceno. Hacia un fundamento común de las responsabilidades planetarias. *Derechos y Libertades* (49), 115-152. <https://doi.org/10.20318/dyl.2023.7721>
- McIntosh, P. (2007). Una mujer apacible cuyo libro habló en voz alta. Carson. G. Clack, (Ed.) *La pluma contra el veneno* (pp. 1-4).
- Metic, J. & Pigosso, D. (2022). Research avenues for uncovering the rebound effects of the circular economy: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* 368. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133133>
- Mill, J. (1943). Principios de Economía Política con algunas de sus aplicaciones a la filosofía social (2a ed.). (T. Ortiz, Trad.). Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado 1848).
- Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G., Alaerts, L., Van Acker, K., Meester, S. & Dewulf, J. (2019). Circular economy indicators: What do they measure?. *Resources, Conservation & Recycling* 146, 452-461. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>
- Morales, S., Ramírez, G., Ramos, A., Arango, J., & Vivas, N. (2021). Sistemas socio-ecológicos: análisis bibliométrico del estado actual. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 19 (2), 251-270. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1747>
- Oetinger, C. (2022). ¿Desarrollo Sustentable o Sostenible? He allí la cuestión. *IN-GENIUM* (3), 106-111.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2024, 1 de marzo). Obtenido de Los países ricos consumen 6 veces más recursos y generan 10 veces más impactos climáticos que los países de ingreso bajo: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/los-paises-ricos-consumen-6-veces-mas-recursos-y-generan>
- Parlamento Europeo. (2023, 24 de mayo). Economía circular: definición, importancia y beneficios. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Prieto, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería* (15).
- Ramírez, M. & Cortés, C. (2024). Economía Circular en el flujo de material automotriz en México hacia los objetivos de Desarrollo Sostenible. En G. Carrillo, G. Martínez, y R. Ríos. (Eds.). *Sustentabilidad, Innovación y Tecnología* (pp. 291-320). Universidad Autónoma Metropolitana.
- Reike, D., Vermeulen, W. & Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation & Recycling* 135, 246-264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- Rivera, J., Blanco, N., Alcántara, G., Pascal, E. y Pérez, J. (2017). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. *Revista Posgrado y Sociedad* 15 (1), 57-67.
- Rodríguez, E. y Quintanilla, A. (2019). Relación ser humano-naturaleza: Desarrollo, adaptabilidad y posicionamiento hacia la búsqueda de bienestar subjetivo. *Avances en Investigación Agropecuaria* 23 (3), 7-22.
- Ruggerio, C. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment* 786. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147481>.

- Schröder, P., Bengtsson, M., Cohen, M., Dewick, P., Hofstetter, J., & Sarkis, J. (2019). Degrowth within—Aligning circular economy and strong sustainability narratives. *Resources, Conservation & Recycling* 146, 190–191. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.038>
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). Bases para la elaboración de un diagnóstico de la estrategia nacional de economía circular en México. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2024/BASES_ELABORACION_DIAGNOSTICO_PARA_ENEC.pdf
- Siderius, T. & Zink, T. (2023). Markets and the Future of the Circular Economy. *Circular Economy and Sustainability*, 1569-1595. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00196-4>
- Silva, A., Augusto, B., Rafael, S., Reis, J., Lopes, M., Costa, S., & Borrego, C. (2020). Analysis of regional economic metabolism through modeling. *Energy Reports* 6 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.08.026>
- Sistema Economía Circular Querétaro [SECQ]. (2024, 20 de octubre). *Economía Circular*. <https://economycircularqro.mx/pv/cnmrcrlrcom.aspx?tab=qec>
- Smith, A. (1795). Investigación de la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones. Valladolid. (C. Rodríguez, Trad.). Titivillus. (Trabajo original publicado 1776). <https://www.memoriapoliticademexico.org/Textos/1Independencia/Imag/1776-AS-LRN.pdf>
- The National People's Congress of the People's Republic of China [NPC]. (2018, 5 de noviembre). Ley de Promoción de la Economía Circular de la República Popular China. http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/xinwen/2018-11/05/content_2065669.htm
- Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista de la red iberoamericana de economía ecológica* 7, 1-26.
- Toledo, V. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones* 136, 41-71.
- Torres, F. (2022). Reseña del libro discusión epistemológica en torno a la sustentabilidad y el desarrollo. Contribuciones multidisciplinares. *Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana*, 7 (14). <http://portal.amelica.org/ameli/journal/231/2312787014/index.html>
- Torres, I. (2016). Aprovechamiento de agaves mezcaleros en el centro de México: una aproximación socio – ecológica para su manejo sustentable (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ugalde, O. (2021). Evolución historica-epistemologica de la economía circular: ¿Hacia un nuevo paradigma del desarrollo? *Economía y Sociedad* 26 (59), 1-13. <https://doi.org/10.15359/ey.26-59.5>
- Urquiza, A. (2023). Límites de la discusión sobre el Antropoceno. *Estudios Públicos* 171, 209-217. <https://doi.org/10.38178/07183089/0848230717>
- Valencia, M., Bocken, N., Loaiza, C., & De Jaeger, S. (2023). The social contribution of the circular economy. *Journal of Cleaner Production* 408, 15.
- Van den Berg, R. (2019). Circular Reasoning. Forbonnais and the intricate history of circular flow analysis in the 1750s. *The European Journal of the History of Economic Thought*. <https://doi.org/10.1080/09672567.2019.1635180> <https://eprints.kingston.ac.uk/id/eprint/43281/6/Van-Den-Berg-R-43281-AAM.pdf>
- Van den Brande, K., Bouteligier, S. & Happaerts, S. (2011). Keeping the sustainable development flame alive. <https://www.thebrokeronline.eu/keeping-the-sustainable-development-flame-alive-d78/>
- Vence, X. y Lopez, S. (2022). Economía Circular y Actividades de reparación y mantenimiento en México: especificidades y heterogeneidad de su estructura productiva y laboral. *Nova Economía*, 32 (1), 231-260. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/6498>

- Villalba, U., Sahakian, M., González, C., & Etxezarreta, E. (2023). Social and solidarity economy insights for the circular economy: Limited-profit and sufficiency. *Journal of Cleaner Production* 418, 12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138050>
- Yang, M., Chen, L., Wang, J., Msigwa, G., Osman, A., Fawzy, S., Rooney, D. & Seng, P. (2023). Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. *Environmental Chemistry Letters*, 55-80. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6>
- Yuan, Z., Bi, J. & Moriguchi, Y. (2008). The Circular Economy: A New Development Strategy in China. *Journal of Industrial Ecology*, 10 (1-2), 4-8. <https://doi.org/10.1162/108819806775545321>
- Zerbino, P. (2022). How to manage the Circular Economy Rebound effect: A proposal for contingency-based guidelines. *Journal of Cleaner Production* 378, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134584>
- Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular Economy Rebound. *RESEARCH AND ANALYSIS* 21 (3), 593-602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=668180142009>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

David Alejandro Vargas Belmar, Patricia Mercado Salgado
**Economía circular y sustentabilidad desde la Teoría del
Metabolismo Social**
**Circular Economy and Sustainability from the Theory of
Social Metabolism**

Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana
vol. 10, núm. 21, p. 1 - 29, 2025
Red Construyendo Paz Latinoamericana, Colombia
investigacion@revistacopala.net

ISSN-E: 2500-8870

DOI: <https://doi.org/10.35600/25008870.2025.21.0369.1>



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**