

Gómez-Barranco, Leny Beatriz; Vargas Martínez, Elva
Esther; Zizumbo Villarreal, Lilia; Sánchez Valdés, Arlén
Consideraciones metodológicas para el estudio del turismo desde el metabolismo socio-ecológico
Revista de Ciencias Ambientales, vol. 56, núm. 2, 2022, Julio-Diciembre, pp. 102-119
Universidad Nacional

DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.56/2.6>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=665073102006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

Consideraciones metodológicas para el estudio del turismo desde el metabolismo socio-ecológico

Methodological considerations for the study of tourism from a socio-ecological metabolism perspective

Leny Beatriz Gómez-Barranco¹, Elva Esther Vargas Martínez², Lilia Zizumbo Villarreal³,
Arlén Sánchez Valdés⁴

[Recibido: 4 de octubre 2021, Aceptado: 22 de febrero 2022, Corregido: 23 de marzo 2022, Publicado: 1 de julio 2022]

Resumen

[**Introducción**]: La construcción del mundo moderno a partir de modelos de especialización extractiva, ha generado la descapitalización material de la naturaleza, afectando de forma especial a América Latina, por ser uno de los mayores exportadores de materia. El concepto de metabolismo en las ciencias sociales es una propuesta teórico-metodológica que se encarga de cuantificar las entradas y salidas de materia y energía en los sistemas socio-ecológicos, con esta información, se puede determinar si una actividad económica, como el turismo, es resiliente o está sobrepasando la capacidad de regeneración de los recursos. [**Objetivo**]: Indagar sobre los métodos que pueden ser utilizados en la investigación socio-metabólica del turismo. [**Metodología**]: A través de un proceso de exploración en la bibliografía, se identificaron un conjunto de conocimientos que revelaron las metodologías preexistentes, como una posibilidad para evaluar y, en su caso, modificar patrones de producción y consumo en diversos espacios turísticos. [**Resultados**]: Se presenta un balance en relación con dichos métodos, los elementos que los componen, así como la posibilidad de adopción por la actividad turística; determinado, con ello, una aportación al estudio de la relación turismo y ambiente. [**Conclusiones**]: Finalmente, se concluye que estos métodos pueden apoyar para una mejor comprensión de las interdependencias entre el bienestar social y los servicios físicos proporcionados por el metabolismo de la actividad turística con miras hacia la sustentabilidad.

Palabras clave: Investigación socio-metabólica; metabolismo socio-ecológico; metodologías; turismo.

Abstract

[**Introduction**]: The material construction of the modern world at the global level, based on models of extractive specialization, has generated the material decapitalization of nature, especially affecting Latin America, as it is one of the largest exporters of matter. The concept of metabolism in the social sciences is a theoretical-methodological proposal that quantifies the inputs and outputs of matter and energy in social-ecological systems. With this

- 1 Estudiante de posgrado, Universidad Autónoma del Estado de México, México, sky_univers@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6027-3674>
- 2 Profesora-investigadora de tiempo completo, Universidad Autónoma del Estado de México, México. eevargasm@uaemex.mx; <https://orcid.org/0000-0003-2657-2691>
- 3 Profesora-investigadora de tiempo completo, Universidad Autónoma del Estado de México, México. lzizumbov@uaemex.mx; <https://orcid.org/0000-0003-0639-5499>
- 4 Profesora-investigadora de tiempo completo, Universidad Autónoma del Estado de México, México. asanchezva@uaemex.mx; <https://orcid.org/0000-0001-5241-4123>



information, it is possible to determine whether an economic activity, such as tourism, is resilient or is exceeding the regenerative capacity of resources. **[Objective]:** To investigate the methods that can be used in the socio-metabolic research of tourism. **[Methodology]:** Through a process of exploration in the literature, a body of knowledge was identified that revealed pre-existing methodologies as a possibility for evaluating and, if necessary, modifying production and consumption patterns in various tourist areas. **[Results]:** A balance is presented in relation to these methods, the elements that compose them, as well as the possibility of adoption by the tourist activity; thus determining a contribution to the study of the relationship between tourism and the environment. **[Conclusions]:** Finally, it is concluded that these methods can support a better understanding of the interdependencies between social welfare and the physical services provided by the metabolism of the tourist activity with a view to sustainability.

Keywords: Socio-metabolic research; socio-ecological metabolism; methodologies; tourism.

1. Introducción

Los problemas ambientales derivadas del turismo mundial están relacionados con el modelo económico de desarrollo. En el marco capitalista, América Latina ha sido resituada como proveedora de recursos naturales, energía y productos primarios (Ortega, 2021) y como una región de vastos atractivos turísticos (Candias, 2020), por lo tanto, la pérdida de la tierra y los recursos ecosistémicos que se le asocian son algunos de sus problemas fundamentales. En este sentido, se hace necesario incorporar dimensiones centrales de análisis que vinculen los sistemas sociales, la naturaleza y las actividades económicas de mayor impacto, como es el caso del turismo.

El éxito de los sistemas económico-sociales para mantener en equilibrio los ecosistemas se basa en el manejo adecuado de los flujos de energía y materiales utilizados en los procesos de producción de bienes y servicios; dichos flujos son analizados desde muchas perspectivas teóricas, entre ellas, el metabolismo social. Este brinda la oportunidad de conocer las necesidades territoriales en función del uso de sus recursos, pues ofrece elementos para regular, modular y modificar las relaciones sociedad-naturaleza en las comunidades (Toledo y González de Molina, 2007).

Los métodos de estudio de los sistemas en los que convergen factores sociales y biofísicos (materiales y energía) integran lo que es conocido por Haberl *et al.*, (2019) como investigación socio metabólica (ISM) o *Socio Metabolic Research* (SMR, por sus siglas en inglés). La ISM puede formar una columna vertebral del paradigma de la sostenibilidad al ofrecer análisis consistentes del metabolismo social que ayudan a comprender mejor las interdependencias entre el bienestar social y los servicios físicos proporcionados por la naturaleza.

La ISM se basa en el supuesto de que los sistemas sociales y los ecosistemas naturales son sistemas complejos que se reproducen e interactúan entre sí. El turismo es el resultado de interrelaciones entre diferentes factores que hay que considerar conjuntamente desde una óptica sistemática, es decir, un conjunto de elementos interrelacionados que evolucionan dinámicamente con el medio natural (Abarca, 2017); en dicho sistema, se llevan a cabo entradas, transformaciones y salidas de materiales y energía, lo que genera una alteración de los recursos y, consecuentemente, la afectación de las áreas naturales que lo soportan.



En América Latina la actividad turística se caracteriza por la falta de planificación territorial y por la presencia de marcos institucionales débiles en relación con la protección al medioambiente, situación que pone en peligro el éxito de muchos destinos turísticos en la región. Sería potencialmente necesario para estas economías elaborar políticas que estimulen el desarrollo turístico de manera sostenible; por tal razón, el desarrollo de investigaciones que midan los flujos de materia y energía inmersas en este sistema ayudaría a disminuir la degradación ambiental medida por el consumo material y energético, así como por las emisiones de CO₂, entre otras (Candias *et al.*, 20220).

En este tenor, estudiosos del turismo en todo el mundo han empleado diversas técnicas metodológicas para evaluar el impacto o grado de transformación derivado del funcionamiento de las actividades turísticas; sin embargo, se considera el enfoque en indicadores de flujos de energía y materiales como una gran oportunidad para el análisis de la base biofísica de los ecosistemas en los que se desarrolla el turismo. Acorde con lo anterior, en este trabajo se plantea al metabolismo y la ISM como una nueva forma de evaluar los impactos derivados del turismo.

En concreto, conocer el nivel de apropiación de la biomasa y de las fuentes fósiles de energía o de materiales puede determinar si una actividad como el turismo está sobrepasando el nivel de resiliencia de los recursos y orientar, así, la toma de decisiones para modificar y equilibrar patrones de producción y consumos de este sistema social. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue indagar sobre los métodos utilizados en la investigación socio-metabólica y su posible aplicación en el turismo. Se llegó a concluir que, en este campo, es una carrera que apenas empieza.

Para organizar la información, el documento se estructura de la siguiente forma: Primeramente, se contextualiza el uso del término metabolismo en las ciencias sociales y en el turismo, así como su función en el marco de la investigación. En un siguiente apartado se presenta la metodología empleada para la búsqueda y análisis de información. Como parte de los resultados se exponen cada una de las metodologías desde su base teórica y se relacionan con el turismo. Como siguiente apartado, se realiza una reflexión desde el punto de vista del equipo investigador y, por último, se presentan las conclusiones.

2. Fundamentos de metabolismo y turismo

El ser humano es una especie más en la naturaleza, su organización en grupos o sociedades tiene como finalidad la supervivencia; cada grupo define sus dinámicas de convivencia, afianzando así un tipo de metabolismo entre los miembros. El metabolismo de los grupos sociales, tal como se conoce en las ciencias biológicas, son las relaciones de interdependencia entre cada una de las partes que componen un sistema, en armonía con su entorno (Padovan, 2000).

El concepto de metabolismo es una propuesta teórico-metodológica que se encarga de cuantificar las entradas y salidas de materiales y energía en los ecosistemas. En el caso específico de las organizaciones sociales, el metabolismo pasa por diferentes etapas de asimilación y distribución con la naturaleza. De esta manera, el término de metabolismo social es definido



como el modo en que las sociedades organizan su intercambio de energía y materiales con su medio ambiente (Fischer-Kowalski y Haberl, 1997; Giampietro *et al.*, 2009; Santos, 2021). En otras palabras, el metabolismo social estudia las interacciones sociedad-naturaleza, a partir de las fuentes y flujos biofísicos de materia y energía utilizados en el proceso de intercambio dentro de los sistemas sociales y entre estos (Haberl *et al.*, 2019, Infante-Amate *et al.*, 2017).

De acuerdo con Toledo y González de Molina (2007), el flujo de materiales energéticos ha sido estudiado por la antropología ecológica, la ecología humana (Odum, 1998), o a través del análisis histórico de las sociedades. Sin embargo, hasta el año 2001, Haberl expuso una metodología sobre el metabolismo social que consistía en “contabilizar los flujos de todas las formas de energías utilizadas (electromagnética, química, térmica, eléctrica, mecánica y nuclear) y sus conversiones, más la energía nutricional de los seres humanos y los animales domesticados, desde su entrada a la esfera social hasta su expulsión hacia los ecosistemas” (Toledo y González de Molina, 2007, p. 97).

Por su parte, el metabolismo socio-ecológico es una perspectiva teórico-metodológica que estudia los flujos en los ciclos del metabolismo y permite evaluar información biofísica de las actividades socioeconómicas y relacionarla con procesos sociales y ecológicos. De esta manera resulta ser una perspectiva útil para el estudio de las transformaciones dentro de un sistema (Gómez-Barranco *et al.*, 2021).

El turismo es un sistema económico en el que se llevan a cabo un conjunto de operaciones y actuaciones en las que se hace uso de los recursos naturales, los cuales atraviesan por un proceso de apropiación, transformación, distribución, consumo y excreción; por lo tanto, la representación del turismo a partir del metabolismo socio-ecológico constituye la base conceptual desde la cual se pueden analizar los patrones de comportamiento metabólico de las sociedades con respecto a su relación con el ambiente (Gómez-Barranco *et al.*, 2021).

El metabolismo en el sistema turístico inicia con la extracción de los recursos que pueden usarse como fuente de energía y materiales para la generación de productos y servicios, continúa con los flujos determinados por su distribución y utilización en los hoteles, restaurantes y servicios de transporte; registra, finalmente, flujos que vuelven hacia el ambiente en forma de desechos (Gómez-Barranco *et al.*, 2021; Sanyé-Mengual *et al.*, 2014).

En específico, la dimensión física del turismo se basa en el volumen total de materiales utilizados en esta actividad (Perkovic, 2020). La contabilidad de materiales puede dividirse en flujos de entrada (toneladas de biomasa útiles en la preparación de alimentos, combustibles fósiles usados en el transporte, minerales empleados en la construcción de infraestructura turística, entre otros), flujos internos (almacenamiento y transformación) y flujos de salida (residuos o contaminantes generados por las actividades de esparcimiento y ocio).

En el marco del metabolismo socio-ecológico, el análisis de métricas de uso y flujo de recursos ambientales está inmerso en la investigación socio-metabólica (ISM), la cual se apoya de diversas metodologías según el recurso a investigar: energía, materiales, sustancias, tierra, entre otros (Infante-Amate *et al.*, 2017). El presente trabajo se enfocó en la búsqueda de



investigaciones existentes sobre propuestas que presentaran una orientación hacia la contabilidad y análisis de recursos principalmente energéticos, materiales y territoriales y que, a su vez, aportaran elementos viables de análisis para el turismo.

3. Metodología

La metodología se basó en una revisión de bibliografía científica de alcance exploratorio. A través de este proceso se recopiló, analizó y sintetizó información publicada sobre el metabolismo; se identificó un conjunto de conocimientos que revelaron las metodologías preexistentes, como una posibilidad para evaluar y, en su caso, modificar patrones de producción y consumo en diversos espacios turísticos. Se partió de las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las metodologías de análisis relacionadas con el flujo de materiales, energías y otros elementos biofísicos que intervienen en los diferentes procesos metabólicos de las sociedades? ¿Han sido estas metodologías aplicadas en la actividad turística y cuáles son sus aportaciones?

El período de búsqueda se estableció desde 1997, año en que se formalizó el concepto de metabolismo social a partir de las investigaciones de Fisher Kowalski; pues, aunque el concepto ya existía, a partir de esta fecha ha tenido un notable crecimiento. De forma general, la investigación se centró en tres pasos: primero, la búsqueda de información en diversas bases de datos (Google Scholar, Redalyc, SciELO y Dialnet); segundo, su clasificación y organización para identificar la información más útil de acuerdo con su pertinencia y objetivo de la investigación; y tercero, el análisis de contenido que dio como resultado el **Cuadro 1** en el que se presenta la categorización de las metodologías encontradas y su respectiva aplicación en el turismo.

Cuadro 1. Metodologías de investigación sociometabólica

Table 1. Sociometabolic research methodologies

Metodología	Orientación	Aplicación en el área turística
Contabilidad del flujo de energía (EFA, <i>Energy Flow Account</i>)	Análisis energéticos	No se identifica aplicación en el área turística
Retorno de la inversión en energía (EROI <i>Energy Return on Investment</i>)	Análisis energéticos	No se identifica aplicación en el área turística
Contabilidad del flujo de materiales (MFA, <i>Material Flow Account</i>)	Análisis energéticos y materiales	Consumo de recursos materiales derivados de la actividad turística
Método emergético (<i>Emergy</i>)	Análisis energéticos y materiales	Análisis biofísicos y de sustentabilidad de los destinos
Análisis del ciclo de vida (<i>LCA Life Cycle Analysis</i>)	Análisis energéticos y materiales	Estudios de impactos ambientales y sustentabilidad en todos los sectores de viaje, alojamiento y ocio
Análisis integrado de múltiples escalas del metabolismo de la sociedad y el ecosistema (<i>MuSIASEM, Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism</i>)	Análisis energéticos y materiales	Estudios de impacto ambiental a nivel de destino o servicio específico



Metodología	Orientación	Aplicación en el área turística
Apropiación humana de la productividad primaria neta (HANPP)	Análisis materiales (biomasa) y territoriales	No se identifica aplicación en el área turística
Input Material por unidad de servicio (MIPS)	Análisis energéticos, materiales y territoriales	Proyectos de turismo y ocio sobre optimización de un producto o servicio específico
Huella ecológica	Análisis energéticos y materiales y territoriales	Estudios de impactos ambientales y sustentabilidad para las actividades turísticas

Fuente: Elaborado con base en: [Infante Amate et al., \(2017\)](#).

4. Metodologías de investigación socio-metabólica y su aplicación en el estudio del turismo

El análisis de los flujos de energía y materiales utilizados en la producción de bienes y servicios turísticos brinda la oportunidad de conocer las necesidades socio-ecosistémicas de este sector y constituye, a su vez, un aporte importante para el control de uso de recursos, favoreciendo así un metabolismo sustentable de los destinos. El enfoque de ISM aporta elementos clave en la consecución de este fin; por lo tanto, en el presente apartado se exponen los resultados encontrados sobre metodologías que han sido aplicadas con este esquema y que determinan elementos de contabilidad biofísica y sus oportunidades de aplicación en el turismo.

4.1 Contabilidad del flujo de energía (*Energy Flow Accounting, EFA*)

El EFA es un método de contabilidad y evaluación del metabolismo de las sociedades que se basa en el análisis de los flujos de energía ([Zhang et al., 2015](#)). Este método contable analiza diferentes fuentes de energía procedentes de insumos naturales (recursos minerales y energéticos, madereros naturales y fuentes renovables de energía), así como productos energéticos usados o que pueden utilizarse como fuentes de energía (combustibles, electricidad y calor, incluidos los desechos sólidos cuando la combustión se realiza para generar electricidad o calor) ([Banco Central de Costa Rica, 2019](#)).

Las cuentas de flujo de energía muestran las cantidades de energía que entran en una economía, su acumulación y las salidas hacia la naturaleza o hacia otras economías. Esta metodología se ha aplicado a nivel internacional, como un instrumento para abordar problemas ambientales; sus contribuciones ayudan en la toma de decisiones sobre la disponibilidad y uso de recursos, las inversiones que se realizan para generar procesos productivos menos agresivos con el ambiente, la reducción de la contaminación, la gestión y tratamiento de los residuos generados, entre otros ([European Statistical \[EUROSTAT\], 2009](#)).

Aunque el EFA ha sido aplicado principalmente a nivel de naciones, en el turismo, la contabilidad de la energía de las empresas es útil para identificar sus gastos y posibles estrategias de reducción de consumo, con el propósito de incrementar su productividad, reducir sus costos y mejorar la calidad de sus productos y servicios, y para evitar, así, la emisión de gases



contaminantes hacia la atmósfera (Sanyé-Mengual *et al.*, 2014). Una de las problemáticas que presenta la aplicación de esta metodología es la ausencia de cuentas energéticas medioambientales para el turismo.

4.2 Retorno de la energía sobre la inversión (*Energy Return On energy Invested, EROI*)

El EROI es un medio para medir la calidad de varios combustibles mediante el cálculo de la relación entre la energía entregada por un combustible particular a la sociedad y la energía invertida en la captura y entrega de esta energía. Esto se traduce en cuánto le cuesta a una economía generar un producto o servicio (en términos energéticos) y cuánto le reedita; es decir, determina la eficiencia y el análisis de costos. Su metodología se basa en productos e insumos (Murphy y Hall, 2010).

Las fuentes de energía empleadas para el cálculo del EROI incluyen petróleo, biocombustibles, energía geotérmica, combustibles nucleares, carbón, solar, eólica e hidroeléctrica. Por ejemplo, en el caso de un combustible fósil, EROI se calcula como la relación de la energía en una cantidad dada del combustible extraído y entregado a la energía primaria total utilizada en la cadena de suministro; es decir, la energía que es directa e indirectamente requerida para extraer, refinar y entregar el combustible (Kubiszewski *et al.*, 2009).

En la revisión bibliográfica, el método EROI no se encontró aplicado en el área turística; sin embargo, el estudio de la energía entregada, en términos de eficiencia, por un combustible en los procesos metabólicos del turismo resultaría de gran relevancia para generar destinos más sustentables y, aunque el camino ya está trazado, por el momento no ha sido de interés, pues hay otras particularidades por atender en este sector.

4.3 Contabilidad de los flujos de materiales (*Material Flow Accounting, MFA*)

Otra forma de medir la dimensión física del consumo y la apropiación de recursos por parte de una sociedad es a través del análisis de los flujos de materiales que circulan dentro de un sistema económico para producir bienes y servicios. Este método es un marco contable que produce indicadores contables de los materiales que se metabolizan en un sistema económico; estos indicadores proporcionan información sobre la composición y los cambios de la estructura física de los sistemas socioeconómicos; es decir, lo que hace el AMF es traducir la actividad económica en términos físicos (Krausmann *et al.*, 2017).

El MFA mide de forma indirecta el impacto ambiental de las actividades humanas a través de la contabilidad de los materiales extraídos de la naturaleza, los cuales posteriormente son procesados, transportados e intercambiados para, finalmente, ser desechados. Con ello, se llega a suponer que, a mayor cantidad de materiales, mayor es el impacto ambiental (González-Martínez *et al.*, 2010). Las principales categorías de materiales que se consideran en este marco analítico son: biomasa, recursos energéticos fósiles y minerales.

El MFA proporciona una visión a lo largo del tiempo del metabolismo físico de las economías; relaciona los indicadores agregados de utilización de los recursos con el PIB y otros



indicadores económicos y sociales (EUROSTAT, 2009). Los usos más comunes del AMF son la generación de indicadores de productividad de los recursos y de eficiencia ecológica, el suministro de datos para la elaboración de modelos sustentables y el uso directo en políticas de gestión de desechos y recurso; también se ha aplicado en análisis comparativos de patrones de uso de recursos naturales (Russi *et al.*, 2008) a nivel nacional e internacional.

Debido a que el MFA permite analizar cómo se constituye la base material de las economías, (Krausman *et al.*, 2017), puede utilizarse, en estudios del turismo cuyo objetivo sea contribuir a la gestión del uso de los recursos y los flujos de emisiones de salida desde los puntos de vista de la sustentabilidad económica y ambiental, orientados a la política de las interacciones entre el turismo y el medio ambiente. A través del MFA se puede obtener información sobre la evolución general de las presiones ejercidas por el turismo para extraer recursos renovables y no renovables. A través de este proceso, el MFA permite seguir los flujos de materiales a lo largo del metabolismo, basándose en el principio físico de que la materia no puede crearse ni destruirse (Holmes y Pincetl, 2012).

4.4 Método emergético

El método emergético o de contabilidad energética, es una metodología usada para la evaluación del uso del capital natural, sus bases se encuentran en la termodinámica, la teoría general de sistemas y la ecología de sistemas. Tiene como objetivo estudiar los flujos de materia y energía, y su disposición en sistemas termodinámicamente abiertos, es decir, que intercambian materia y energía con el ambiente externo (Franzese *et al.*, 2014).

El método emergético usa todas las formas de energía como: la luz del sol, agua, combustibles fósiles, y minerales y las convierte en energía útil (energía) usada directa o indirectamente en las transformaciones necesarias para generar un producto o servicio; mide la calidad de las diferentes formas de energía. En este sentido la energía como método permite contabilizar e interpretar los efectos de los flujos de materiales y energía de forma integradora en sistemas donde interactúan el ser humano y la naturaleza a todas las escalas (Bravo *et al.*, 2018).

El método emergético, al igual que el EFA se ha utilizado para valorar la relación del medio ambiente, la economía y la sociedad; pero a diferencia de este, realiza procesos de evaluación más cualitativa. Este método ha sido utilizado en evaluaciones de sustentabilidad de los ecosistemas, tomando como base la comparación de flujos de energía, masa y presupuestos utilizados por un sistema socio-ecológico (Odum, 1998). Dentro de la valoración del costo ecológico sirve como complemento de otras metodologías usadas para este fin (Bravo *et al.*, 2018).

En el turismo, la teoría de la emergencia cuantifica los flujos biofísicos de algunos destinos, descubriendo las consecuencias ambientales por la construcción de infraestructura y desarrollo urbano. El método emergético en el turismo incorpora el análisis de métricas de masa, energía y energía. La bibliografía cuenta con pocos análisis emergentes que tomen el sector turístico nacional como objeto de investigación y estudio, desde una microescala (Wang *et al.*, 2015); a partir de ellos, se ha obtenido información valiosa para contribuir en la sustentabilidad de los destinos (Lee y Liao, 2021).



4.5 Análisis del ciclo de vida (*Life Cycle Analysis, LCA*)

El análisis de ciclo de vida es una herramienta de apoyo para la gestión medioambiental, su objetivo es realizar análisis del impacto ambiental originado por un producto o proceso durante su ciclo de vida completo (adquisición de materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida útil). Cada una de las etapas del ciclo tiene asociadas unas entradas/inputs (consumo de materias primas y energía) y unas salidas/outputs residuos y emisiones (Carmona-García *et al.*, 2017).

El LCA ha sido utilizado como herramienta para la planificación de estrategias, políticas y programas ambientales, pues aporta alternativas durante la fase de diseño de nuevos productos, proporciona opciones de eficiencia en los procesos, brinda información sobre características ambientales de productos y materiales y, al mismo tiempo, interviene en la gestión de residuos, en pro de la mejora en el desempeño ambiental (Carmona-García *et al.*, 2017). En el ámbito turístico, se desarrolló el análisis del ciclo de vida de los destinos turísticos enunciada desde 1980 por Richard Butler (Sánchez *et al.*, 2017).

Los servicios turísticos pueden interpretarse como una serie de procesos consecuentes que, vistos en conjunto, trazan el ciclo de vida del servicio turístico. Dado que el turismo es un producto compuesto, cuando los turistas inician su viaje, comienza el ciclo de vida del "producto turístico"; y cuando terminan su viaje, el ciclo de vida del "producto turístico" termina. En consecuencia, se tienen en cuenta todos los sectores del viaje, incluidos el transporte, el alojamiento y el ocio, de tal manera que los impactos ambientales de todo el viaje pueden inventariarse con este enfoque (Kuo y Chen, 2009).

El análisis del inventario del ciclo de vida está representado por datos cuantitativos de todo el flujo de materiales y energía al principio y al final de todo el proceso. El resultado del análisis del inventario muestra el uso de los recursos y las emisiones asociadas a cada unidad funcional del sistema turístico, como el flujo de energía, el aire, el agua y los residuos. A través de esta herramienta es posible poner de manifiesto las eficiencias o ineficiencias de las distintas fases del CV de un producto turístico y mejorarlas desde el punto de vista medioambiental (Maugeri *et al.*, 2017).

A través del ciclo de vida también se puede estipular la sustentabilidad de un destino turístico y contribuir a la elaboración de políticas turísticas y a la práctica de la gestión; además, sirve como herramienta para generar evaluaciones más precisas y holísticas de los impactos ambientales del turismo; toda esta dinámica tiene el potencial de influir en el comportamiento de turistas (Sánchez *et al.*, 2017).

4.6 Análisis integrado a múltiples escalas del metabolismo de la sociedad y del ecosistema (*Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism MuSIASEM*)

La metodología MuSIASEM fue desarrollada por Mario Giampietro y Mayumi (2000). Es utilizada en el análisis de ecosistemas y sociedades (cuestiones biofísicas y socioeconómicas) (Ginard-Bosch y Ramos-Martín, 2016). Este enfoque representa el uso de energía, la actividad



humana, y valor agregado del sistema en su conjunto, organizado jerárquicamente en escalas y niveles espaciotemporales. Para lograr una versatilidad que permita caracterizar un patrón metabólico de la sociedad, integra conceptos de distintas disciplinas científicas (termodinámica del no-equilibrio aplicado al análisis ecológico, la teoría de los sistemas complejos y la bioeconomía) (D'Alisa *et al.*, 2012).

El MuSIASEM es concebido como una metodología semánticamente abierta, porque desde una visión interna o externas relaciona categorías (formales y semánticas), según las necesidades del ente observador (D'Alisa *et al.*, 2012); para explicar los fenómenos metabólicos hace uso de diagramas. Esta metodología se basa, además, en el trabajo de “fondos” Georgescu-Roegens que se refiere a entidades tales como mano de obra, tierra o capital tecnológico que brinda servicios al sistema social. Las métricas que se generan con esta metodología constituyen un indicador del uso de recursos.

En el ámbito turístico se puede aplicar a nivel de destino o enfocado en un servicio en específico, a través de él se puede describir el metabolismo de esta actividad caracterizando los procesos de transformación tanto energética como material (Ginard-Bosch y Ramos-Martín, 2016). Mide la congruencia entre los flujos y los fondos en varias escalas (tiempo, espacio, etc.) y, por tanto, brinda la oportunidad de observar la evolución del sistema turístico a lo largo del tiempo.

El método MuSIASEM ya ha sido utilizado para el análisis socioeconómico de los destinos turísticos en función del uso y consumo de recursos materiales y energéticos a diferentes escalas y niveles del sistema; empero, debido a la amplitud de este tipo de análisis evaluativos, los estudios tienden a ser focalizados en una sola etapa del metabolismo (apropiación, consumos, generación de desechos).

4.7 Apropiación humana de la producción primaria neta (Human Appropriation of Net Primary Production HANPP)

El HANPP es un indicador agregado de los cambios en los ecosistemas inducidos por la actividad humana que tienen como objetivo dar forma al ecosistema terrestre de acuerdo con las necesidades y deseos humanos (colonización humana de los ecosistemas terrestres) que refleja tanto la cantidad de superficie utilizada como la intensidad del uso de la tierra. HANPP mide hasta qué punto la conversión de la tierra y la cosecha de biomasa alteran la disponibilidad trófica (biomasa) en los ecosistemas. Es una medida de las actividades humanas en comparación con los procesos naturales.

El HANPP se define como la diferencia entre la cantidad de la producción primaria neta NPP (*Net Primary Production*) que estaría disponible en un ecosistema en ausencia de actividades humanas y la cantidad de NPP que realmente permanece en el ecosistema. Es un indicador importante de las presiones humanas sobre los ecosistemas, los cuales pueden tener efectos adversos sobre la diversidad biológica (colonización y dominación de los ecosistemas) (Fischer-Kowalski y Haberl, 1997; Haberl *et al.*, 2007).



Los cambios inducidos por el ser humano están directamente asociados a la provisión de servicios de los ecosistemas, por lo que pueden afectar importantes servicios de los ecosistemas como la resistencia, la capacidad de amortiguación o la capacidad de absorción de desechos y emisiones. El HANPP como indicador del uso de suelo es aplicable a cualquier escala geográfica, en el área turística puede ayudar en la toma de decisiones para reducir los asentamientos no planeados y evitar la erosión o incrementar la irrigación, fertilización, productividad, a partir del cálculo de los consumos de biomasa de esta actividad.

4.8 Entrada de material por unidad de servicio (*Material Input Per Service Unit, MIPS*)

Este método o MIPS, desarrollado por el Instituto Wuppertal en Alemania, tiene la función de estimar el impacto ambiental causado por la producción o servicios de un producto e indicar la cantidad de recursos utilizados directa o indirectamente para tal actividad durante todo un ciclo de vida. El MIPS mide directamente la entrada de materia por unidad de servicio, incluidos los flujos ocultos de materia. La diferencia del MIPS con el MFA es que éste último es de cálculo más flexible, ya que permite ser realizado a nivel de organizacional, regional, nacional y global (Ritthoff *et al.*, 2002).

El método MIPS considera que toda entrada de material en una actividad productiva se convierte en una salida, la cual puede ser de residuos o emisiones; de esta manera se llega a una estimación de la potencia cuantitativa del impacto ambiental de un producto o servicio (Ritthoff *et al.*, 2002). MIPS provee información sobre el flujo de materia, pero siempre con el objetivo de incrementar la productividad de los recursos haciendo uso de estrategias de eficiencia, así el consumo de la naturaleza por unidad de servicio tiende a reducirse.

En el caso del turismo, esta metodología sirve para identificar la cantidad de materia primaria (de uso directo o indirecto) que se extrae para la producción o prestación de un servicio turístico o a la inversa, permite conocer la cantidad de usos turísticos prestados por una determinada cantidad de recursos naturales a lo largo de todo su ciclo de vida (extracción de recursos, fabricación, transporte, embalaje, funcionamiento, reutilización, reciclado y refabricación, y eliminación final de residuos). Esto puede hacerse a nivel de servicio y de empresa.

A partir del MIPS se pueden conocer los consumos biofísicos del servicio turístico enfocándose en solo un producto o servicio específico y, de esta manera, optimizar el servicio haciendo un uso más eficiente de los recursos. MIPS lleva directamente a considerar cómo se puede cumplir con el servicio turístico deseado de la manera más eficiente. Este método se aplicó en el proyecto FIN-MIPS Household, en él se examinó la intensidad material de la vivienda, la movilidad, los productos alimenticios, los enseres domésticos, el turismo y el ocio, y actividades deportivas en Finlandia. En este proyecto, se pudo obtener información sobre el flujo de materia y las acciones necesarias para incrementar la productividad de los recursos haciendo uso de estrategias de eficiencia.



4.9 Huella ecológica

La huella ecológica es una herramienta contable que permite realizar estimaciones del área de tierra ecológicamente productiva necesaria para atender las necesidades de consumo de una sociedad, así como para asimilar la totalidad de los residuos generados (Carpintero, 2005); es decir, ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad. Puede analizar la presión por el consumo de recursos, el uso del agua, el crecimiento poblacional, el uso de la tierra urbanizada y otros factores limitantes, dentro de sus propias fronteras y entre sus socios de comercio (Martínez, 2007).

El uso de recursos y la emisión de desechos se expresan en hectáreas globales (gha), que se obtienen mediante el cálculo de la cantidad de espacio biológicamente productivo. Los estudios a través de este método permiten descubrir si la comunidad estudiada es sustentable o si su ritmo de consumo produce una huella mayor que el territorio disponible (déficit ecológico) (Martínez, 2007).

Carpintero (2005) presenta una metodología sencilla para estimar los valores mínimos indicativos de la huella ecológica neta y bruta para las actividades turísticas internacionales que implican viajes aéreos. A partir de la aplicación de este método, se ofrecen ejemplos de evaluación y comparación de productos turísticos específicos. En el área del ecoturismo puede hacer una contribución positiva a la conservación de los recursos a escala global, debido a que proporciona una perspectiva única y global de la sustentabilidad que no existe con el uso de indicadores.

A través de la huella ecológica se puede conocer, como ejemplo, cuánto territorio se requiere para atender las necesidades de turistas, desde la producción de alimentos, hasta el territorio construido ocupado por la infraestructura turística (hoteles, centros de recreo y esparcimiento, carreteras, etc.), el cual finalmente se traduce en la superficie territorial necesaria para mantener el consumo de recursos y el vertido de residuos en la actividad turística, como el CO₂ desprendido de la quema de los combustibles fósiles (Liu, 2019).

Esta metodología constituye una herramienta para la medición de la biocapacidad (CB) de un destino turístico en términos de hectáreas. Puede combinar las demandas de desarrollo socioeconómico de un destino con su capacidad ecológica, por lo tanto, puede revelar situaciones ecológicamente insostenibles. Las huellas pueden calcularse a cualquier escala, incluso a escala de hotel o individual.

5. Discusión

En las últimas tres décadas muchos estudios han analizado el uso y la eficiencia de los recursos naturales desde la perspectiva del metabolismo; varios de ellos (Ginard-Bosch, 2016; González *et al.*, 2010; Haberl *et al.*, 2007; Krausman *et al.*, 2017) se han centrado en el intercambio material y energético de la relación que tienen las actividades económicas de las sociedades con la naturaleza, algunos otros (Bravo *et al.*, 2018; Carpintero, 2005; D'Alisa, *et al.*, 2012) realizan análisis más abstractos en cuanto a la materialización de flujos dentro de los sistemas. Para realizar estos estudios, se ha hecho uso de diferentes herramientas metodológicas, con la finalidad de conocer los índices de producción y consumo de recursos en los sistemas económicos.



Para fines de este estudio, los enfoques que han resultado más útiles en el análisis y funcionamiento de los sistemas sociales en la naturaleza son aquellos que identifican indicadores con base en la organización de flujos de energía y materiales sobre los que opera la base biofísica de las diferentes economías. La forma en que interactúan estas metodologías con otras variables vinculadas a procesos de transformación del medio natural ha permitido reconstruir información del consumo de materiales con índices estandarizados.

Los resultados de esta investigación presentan algunas de las metodologías de ISM usadas en el análisis de los sistemas socioecológicos: EFA, EROI, MFA, método emergético, LCA, Mu-SIASEM, HANPP, MIPS, huella ecológica. Todos estos enfoques metodológicos tienen como fin generar indicadores para reducir los impactos ambientales; sin embargo, hasta la actualidad sufren de ciertos inconvenientes, por ejemplo, la falta de conocimiento sobre su aplicación empírica, principalmente en el campo de las ciencias sociales, ya que al centrarse en un análisis biofísico fuerte, no profundizan en el impacto a la vida de los seres vivos y las sociedades.

Otra de las grandes limitaciones que presenta este tipo de análisis es la falta de información, razón por la cual la mayoría de los estudios solo se han llevado a cabo en áreas muy específicas de la economía y únicamente en algunos países, con prioridad europeos y del sudeste asiático como China, Japón, Austria y Estados Unidos (Giampetro *et al.*, 2009; Haberl, 2007; Krausman *et al.*, 2017; Lee y Liao, 2021; Liu, 2019; Perkovic, 2020). En el caso de países latinoamericanos (Venezuela, Bolivia, Brasil, Costa Rica), ya se ha implementado esta forma de evaluación biofísica dentro de los sistemas de información de las estadísticas oficiales (Banco Central de Costa Rica, 2019; Bravo, *et al.*, 2018; Martínez, 2007; Russi *et al.*, 2008), pero aún queda mucho camino por andar. Infante *et al.*, (2017) plantea la necesidad de generar estudios sobre el impacto en América Latina a partir de su papel como suministrador global de recursos.

En cuanto al ámbito turístico, las investigaciones sobre el uso de métricas de contabilidad de flujos materiales y energéticos que se han generado hasta este momento son muy pocas (Kuo y Chen, 2009; Lee y Liao, 2021; Liu, 2019; Sánchez *et al.*, 2017; Wang, 2015); algunas realizan este tipo de estudios alejadas del marco teórico del metabolismo y algunas otras no son muy específicas sobre los recursos que se ponen en juego en cada una de las etapas del proceso. En otro sentido, una dificultad para generar información biofísica en este sector es que aún existen confusiones entre los recursos materiales y energéticos empleados directamente para el turismo y lo usado o generado por las poblaciones locales de los destinos.

Un enfoque mucho más sistemático tendría que identificar los flujos de energía y materiales del sistema turístico y la forma en que son utilizados en los procesos de producción de bienes y servicios, la generación de desechos y la forma en que impactan en el medio, para de esta forma determinar los elementos que permitan regular, modular y modificar el metabolismo de los destinos con miras hacia la sustentabilidad. La investigación socio-metabólica constituye un enfoque útil para este fin y, con ello, se abren las puertas hacia el análisis biofísico de los ecosistemas en los que se inserta el turismo.



6. Conclusiones

Resumiendo, el turismo es un sistema complejo en el que se llevan a cabo relaciones e intercambios entre naturaleza y sociedad a diferentes escalas y niveles. Por ser un sistema abierto, necesita de un aporte continuo de materiales y energía útiles para generar los bienes y servicios que los grupos de turistas requieren. La contabilidad biofísica (flujos de materiales y energía) ofrece grandes posibilidades metodológicas para medir la sustentabilidad de un sistema como el turismo.

De las metodologías investigadas, algunas que ya han sido aplicadas en el área turística (método emergético, MIPS, LCA y huella ecológica) han aportado herramientas para la evaluación de indicadores sobre la apropiación, transformación, consumo y desecho de recursos. Esto permite comprender mejor las interdependencias entre el bienestar social y los servicios físicos proporcionados por el metabolismo de la actividad turística con miras hacia la sustentabilidad. Sin embargo, algunas otras (EFA, EROI y HANPP) no han despertado el interés de las investigaciones en esta área.

Con este estudio queda claro que, para la actividad turística, el análisis desde el enfoque del metabolismo socio-ecológico apenas se encuentra en desarrollo, principalmente en la región de América Latina. Algunas investigaciones interesadas en el tema han empezado a sembrar raíces en el uso de métricas sobre los consumos y desechos de esta actividad; sin embargo, el desconocimiento de las metodologías, la falta de datos y estrategias de medición específicas para este sector son algunas de las limitantes, por lo que se mira como una necesidad que se realice mayor investigación en el tema con el apoyo de las instituciones y los organismos pertinentes. De acuerdo con lo anterior, las posturas aquí adoptadas sobre la relación de cada una de las metodologías con el turismo deben ser vistas como planteamientos que aún requieren aplicarse y corroborarse a través de análisis empíricos más amplios y profundos.

7. Ética y conflicto de intereses

Las autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

8. Referencias

- Abarca, M. A. (2017). Propuesta de un modelo alternativo de funcionamiento del sistema turístico. *European Scientific Journal*, 13(17), 340-355 <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n17p340>
- Banco Central de Costa Rica. (2019). *Cuenta de energía. Contabilidad de flujos físicos*. Área de Estadísticas Ambientales. <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos/DocCuentaEnergia/Metodologia-cuenta-energia.pdf>



- Bravo, E., López, E., Romero, O., Kalvo, A. y Kiran R. (2018). La emergencia como indicador de economía ecológica para medir sustentabilidad. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 78-84. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202018000500078&script=sci_arttext&tlng=en
- Candias, K., Leticia Rojas, M., y London, S. (2020). Turismo y crecimiento en América Latina y Caribe: ¿Causa o consecuencia? *Economía Coyuntural*, 5(3), 99-135. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2415-06222020000300005&script=sci_arttext
- Carmona-García, U., Cardona-Trujillo, H. y Restrepo-Tarquino, I. (2017). Gestión ambiental, sostenibilidad y competitividad minera. Contextualización de la situación y retos de un enfoque a través del análisis del ciclo de vida. *Dyna*, 84(201), 50-58. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.60326>
- Carpintero, O. (2005). *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*. Fundación César Manrique. [https://doi.org/10.1016/S1698-6989\(08\)70167-X](https://doi.org/10.1016/S1698-6989(08)70167-X)
- D'Alisa, G., Di Nola, M. F. y Giampietro, M. (2012). A multi-scale analysis of urban waste metabolism: density of waste disposed in Campania. *Journal of Cleaner Production*, 35, 59-70. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.017>
- EUROSTAT. (2009). *Material flow data (MFA data collection2007)*. EUROSTAT.
- Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (1997). Tons, Joules and Money: Modes of Production and their Sustainability Problems. *Society and Natural Resources*. 10(1), 61-85. <https://doi.org/10.1080/08941929709381009>
- Franzese, P., Brown, M. T. y Ulgiati, S. (2014). Environmental accounting: Emergy, systems ecology, and ecological modelling. *Ecological Modelling*, 271, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.10.007>
- Giampietro, M. y Mayumi, K. (2000). Multiple-Scale Integrated Assessments of Societal Metabolism: Integrating Biophysical and Economic Representations Across Scales. *Population and Environment*, 22(2), 155-210 <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026643707370>
- Giampietro, M., Mayumi, K. y Ramos-Martin J. (2009). Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale. *Energy*, 34 (3), 313-322 <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.07.020>
- Ginard-Bosch, F. J. y Ramos-Martín, J. (2016). Energy metabolism of the Balearic Islands (1986–2012). *Ecological Economics*, 124, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.12.012>
- Gómez-Barranco, L. B., Vargas, E., Zizumbo, L. y Sánchez A. (2021). Transformaciones ambientales en la actividad turística. Su estudio desde el enfoque del metabolismo socioecológico. *Gran tour, revista de investigaciones turísticas*, 24.





- González-Martínez, A., Cañellas, S., Puig, I., Russi, D., Sendra, C. y Sojo, A. (2010). El flujo de materiales y el desarrollo económico en España: Un análisis sobre desmaterialización (1980-2004). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 14, 33-51. http://www.redibec.org/IVO/rev14_03.pdf
- Haberl, H., Erb, KH., Plutzer, C., Fischer-Kowalsky, M. y Krausmann, F. (2007). Human appropriation of Net Primary Production (HANPP) as indicator for pressures on biodiversity.
- Haberl, H., Wiedenhofer, D., Pauliuk, S., Krausmann, F., Müller, D. y Fischer-Kowalski, M. (2019). Contributions of socio-metabolic research to sustainability Science. *Nature Sustainability*, 2(3), 173-184. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0225-2>
- Holmes, T. y Pincetl, S. (2012). UCLA Institute of the Environment Urban Metabolism Literature Review Winter 2012. <file:///C:/Users/user/Downloads/Urban-Metabolism-Literature-Review2012-44-fea.pdf>
- Infante-Amate, J., González de Molina, M. y Toledo, V. (2017). El metabolismo social. Historia, métodos y principales aportaciones. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 130-152. http://www.redibec.org/IVO/rev19_01.pdf
- Krausmann, F., Schandl, H., Eisenmenger, N., Giljum, S. y Jackson, T. (2017). Material flow accounting: measuring global material use for sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 647-675. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060726>
- Kubiszewski, I., Cleveland, C., y Szostak, R. (2009). Energy return on investment (EROI) for photovoltaic energy. *The Encyclopedia of Earth: Boston, USA*. [http://www.eoearth.org/article/Energy_return_on_investment_\(EROI\)_for_photovoltaic_energy](http://www.eoearth.org/article/Energy_return_on_investment_(EROI)_for_photovoltaic_energy)
- Kuo, N. W. y Chen, P. H. (2009). Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Journal of cleaner production*, 17(15), 1324-1330. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.012>
- Lee, Y. C. y Liao, P. T. (2021). The effect of tourism on teleconnected ecosystem services and urban sustainability: An emergy approach. *Ecological Modelling*, 439, 109-343. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109343>
- Liu, P. (2019). Investigación sobre la huella ecológica del turismo: El caso de Langzhong en China. *Observatorio Medioambiental*, 22, 245-263. <http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.67071>
- Martínez, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 8(14), 11-25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66615071002>
- Maugeri, E., Gullo, E., Romano, P., Spedalieri, F. y Licciardello, A. (2017). The bioeconomy in Sicily: new green marketing strategies applied to the sustainable tourism sector. *Procedia*





- Environ Sci, Eng and Manag*, 4(3), 135-142. http://www.procedia-esem.eu/pdf/issues/2017/no3/19_Maugeri_17.pdf
- Murphy, J. y Hall, A. (2010). EROI or energy return on (energy) invested. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185(1), 102-118. https://ena.etsmtl.ca/pluginfile.php/597233/mod_resource/content/0/2010_Murphy_Hall_EROI%20_Ann_NY_Acad_Sci_ISSN%200077-8923.pdf
- Odum, H T. (1998). *Emergy Evaluation*. Environmental Engineering Sciences Gainesville. University of Florida. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/emergy.htm>
- Ortega, Antonio. (2021). ¿Qué se debería tener en cuenta al pensar en una transición socioecológica dentro del enfoque latinoamericano del metabolismo social? *Estudios Rurales*, 11(23). <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/181/1812306007/index.html>
- Padovan, D. (2000). The concept of social metabolism in classical sociology. *Revista Theomai* (2). Red Internacional de Estudios sobre Sociedad, Naturaleza y Desarrollo. Universidad Nacional de Quilmes. Argentina <https://www.redalyc.org/pdf/124/12400203.pdf>
- Perkovic, M. (2020). *The Tourism Material Footpath of Austria* [Tesis]. Alpen-Adria-Universität Klagenfurt. <https://netlibrary.aau.at/obvuklhs/content/titleinfo/6182979/full.pdf>
- Ritthoff, M., Rohn, H. y Liedtke, C. (2002). *Calculating MIPS: Resource productivity of products and services*. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Alemania. <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/1577/file/WS27e.pdf>
- Russi, D., Gonzalez-Martinez, A., Silva-Macher, J., Giljum, S., Vallejo, M. y Martínez Alier, J. (2008). Material Flows in Latin America: A comparative Analysis of Chile, Ecuador, Mexico and Peru (1980-2000). *Journal of Industrial Ecology*, 12(5-6), 704-720. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00074.x>
- Sánchez, A., Vargas, E. E. y Castillo, M. (2017). Origen, concepción y tratamiento del ciclo de vida de los destinos turísticos: Una reflexión en torno al modelo de Butler. *Compendium*, 20(38), 1-13. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/880/88051773005/88051773005.pdf>
- Santos, A. (2021). ¿Qué se debería tener en cuenta al pensar en una transición socioecológica dentro del enfoque latinoamericano del metabolismo social? *Estudios Rurales*, 11(23), 8. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/181/1812306007/index.html>
- Sanyé-Mengual, E., Romanos, H., Molina, C., Oliver, M. A., Ruiz, N., Pérez, M., Carreras, D., Boada, M., García-Orellana, J., Duch, J. y Rieradevall, J. (2014). Environmental and self-sufficiency assessment of the energy metabolism of tourist hubs on Mediterranean Islands: The case of Menorca (Spain). *Energy Policy*, 65, 377-387. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.011>





- Toledo, V. y González de Molina, M. (2007). El metabolismo social: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza. En F. Garrido, M. González de Molina, J. Serrano, J. Solana (Coords), *El paradigma ecológico en las ciencias sociales*. Ed. Icaria.
- Wang, J., Zhang, H., Wang, Q. y Huang, F. (2015). Progress of emergy research on tourism systems. *Acta Ecol Sin*, 35(2), 584-593. <https://doi.org/10.5846/stxb201303220490>
- Zhang, Y., Yang, Z. y Yu, X. (2015). Urban metabolism: a review of current knowledge and directions for future study. *Environmental science & technology*, 49(19), 11247-11263. https://www.researchgate.net/profile/Yan-Zhang-106/publication/281394483_Urban_Metabolism_A_Review_of_Current_Knowledge_and_Directions_for_Future_Study/links/5f1d2c2692851cd5fa4891a1/Urban-

