

MATERIA  
Desenvolvemento Económico e Sustentabilidade

unidade  
didáctica  
4

TITULACIÓN  
Grao en Economía

Ciencias Sociais e Xurídicas

# O metabolismo socioeconómico: concepto, implicacións e técnicas de medición

Pablo Alonso Fernández  
Rosa María Regueiro Ferreira  
Xoán Ramón Doldán García

Área de Economía Aplicada  
Departamento de Economía Aplicada  
Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2023

**Deseño e maquetación**

J. M. Gairi

**Edita**

Edicións USC

[usc.gal/publicacions](http://usc.gal/publicacions)

DOI

<https://dx.doi.org/10.15304/9788419679352>

**MATERIA: Desenvolvemento Económico e Sustentabilidade**

**TITULACIÓN: Grao en Economía**

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

**Unidade I. Ecosistemas: funcións económicas e clasificación de recursos**

O concepto de ecosistema

Principais funcións económicas dos ecosistemas

**Unidade II. Críticas ó pensamento dominante**

Problemas ambientais globais

As limitacións do enfoque económico convencional

**Unidade III. A sostibilidade: tipos, principios e instrumentos**

As diferenzas entre crecemento e desenvolvemento económico

Noción de sustentabilidade e revisións do concepto do desenvolvemento

Sustentabilidade feble e forte

Como asegurar e comprobar a sustentabilidade dun sistema

**Unidade IV. O metabolismo socioeconómico: concepto, implicacións e técnicas de medición**

O metabolismo socioeconómico

Contabilidade de fluxos materiais e análise metabólica

Os fluxos de materiais na economía: límites dos materiais e desmaterialización absoluta ou relativa

Indicadores metabólicos: mochila ecolóxica e contabilización das pegadas

**Unidade V. Base material e sistema enerxético actual: diagnose, retos e alternativas**

## **ÍNDICE**

---

### **PRESENTACIÓN**

### **COMPETENCIAS E OBXECTIVOS**

### **METODOLOXÍA**

### **CONTIDOS BÁSICOS**

1. O metabolismo socioeconómico
  - 1.1. O concepto de metabolismo
  - 1.2 O concepto de metabolismo socioeconómico
  - 1.3 Fluxos e fenómenos metabólicos
2. Contabilidade de fluxos materiais e análise metabólica
  - 2.1 Orixe da contabilidade de fluxos materiais
  - 2.2 O ciclo da Contabilidade de Fluxos Materiais
3. Os fluxos de materiais na economía: límites dos materiais e desmaterialización absoluta ou relativa
4. Indicadores metabólicos: mochila ecolóxica e contabilización das pegadas
  - 4.1 Mochila ecolóxica
  - 4.2 Pegada ecolóxica
  - 4.3 Pegada hídrica
  - 4.4 Pegada de carbono
  - 4.5 Pegada material

### **ACTIVIDADES PROPOSTAS**

### **AVALIACIÓN**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## PRESENTACIÓN

---

Esta unidade didáctica pertence á materia Desenvolvemento Económico e Sustentabilidade, impartida no segundo cuadrimestre do cuarto curso do Grao en Economía. Esta materia conta con 6 créditos ECTS e ten carácter optativo. O alumnado matriculado ten cursado previamente outras materias de carácter obrigatorio dentro do módulo de Estrutura Económica e Desenvolvemento:

- Estrutura Económica Mundial I (1º curso)
- Estrutura Económica Mundial II: Desenvolvemento Económico (2º curso)
- Estrutura Económica de España e da Unión Europea (3º curso)
- Estrutura Económica de Galicia (3º curso)
- Desenvolvemento Rexional e Desenvolvemento Local (3º curso)

A formación desenvolvida nas materias previas implica que o alumnado matriculado nesta materia ten certos coñecementos sobre a análise estrutural da economía, sabe manexar as principais estatísticas, indicadores e bases de datos relacionadas coa estrutura económica e coñece o funcionamento da economía a escala mundial, nacional e rexional.

Na unidade didáctica 1 introdúcese, cunha perspectiva de Economía Ecolóxica, as funcións económicas dos ecosistemas e a forma en integración das relacións económicas como na biosfera, o que implica que o sistema económico non pode analizarse de xeito illado do plano físico e biolóxico. Faise unha primeira aproximación aos contidos que se desenvolven na unidade 4.

Na unidade didáctica 2 expóñense as limitacións dos instrumentos teóricos neoclásicos para a análise dos problemas ecolóxicos e a necesidade de metodoloxías capaces de introducir as cuestións biolóxicas na economía, sentando as bases sobre as que posteriormente se desenvolve o concepto de metabolismo socioeconómico

Na unidade didáctica 3 preséntanse as diferenzas entre o crecemento e o desenvolvemento económico, os conceptos de sostibilidade e sustentabilidade e algúns dos principais instrumentos para a súa medición.

Nesta unidade didáctica introdúcese o concepto de metabolismo socioeconómico, as súas implicacións dentro da análise económica e algunhas das principais metodoloxías e técnicas de medición.

Na unidade 5, os coñecementos adquiridos previamente permiten introducir as bases materiais do sistema enerxético actual, relacionando os fluxos materiais cos fluxos enerxéticos.

## COMPETENCIAS E OBXECTIVOS

---

A materia Desenvolvemento Económico e Sustentabilidade contribúe a unha serie de competencias xerais do Grao en Economía, das cales están relacionadas con esta unidade didáctica as seguintes:

- Valoración de diferentes enfoques metodolóxicos e as súas aplicacións.

- Capacidade de análise e síntese a través do fomento de hábitos de reflexión e de razoamento lóxico.
- Habilidades de comunicación e debate.
- Capacidade crítica e autocrítica.
- Comprensión do sistema económico desde perspectivas interdisciplinares.
- Recoller e manexar información relevante de diversas fontes a un nivel avanzado.

Ademais, esta unidade didáctica contribúe aos seguintes obxectivos específicos da materia:

- Comprensión sistemática e dominio dos instrumentos económicos e metodoloxías de investigación relacionadas co uso sustentábel dos recursos naturais.
- Adopción dun pensamento sistémico que lle permita ao alumnado contextualizar o coñecemento adquirido nun marco académico e socioeconómico máis amplo.
- Capacidade de trasladar e aplicar o coñecemento científico sobre recursos naturais e sustentabilidade ás diferentes problemáticas do desenvolvemento económico.

Esta unidade didáctica introduce o concepto de metabolismo socioeconómico e os instrumentos para a súa medición, polo que conta cos seguintes obxectivos específicos:

- Coñecer o concepto biolóxico de metabolismo.
- Entender a analogía entre o concepto biolóxico e o metabolismo socioeconómico.
- Comprender os diferentes fluxos e fenómenos metabólicos.
- Manexar os principais conceptos e indicadores da Contabilidade de Fluxos Materiais.
- Entender os problemas da incorrecta valoración dos fluxos metabólicos por parte da economía convencional.
- Coñecer as limitacións físicas da teoría económica convencional.
- Coñecer algunhas das principais medidas relacionadas co metabolismo socioeconómico.

Os obxectivos específicos da unidade didáctica contribúen ao obxectivos da materia de adquirir rudimentos de economía ecolóxica e dos instrumentos que achega para analizar a sustentabilidade, así como a entender as limitacións relacionadas coa base física da economía.

## **METODOLOXÍA**

---

Esta unidade didáctica desenvólvese a través de dous tipos de sesións:

- Sesións expositivas: a súa función é presentar os contidos teóricos, para o que se empregaran fundamentalmente explicacións maxistras, buscando a

participación do alumnado a través de preguntas e fomentando o debate, O tempo empregado nestas sesións estímase en 6 horas.

- Sesións interactivas: nestas sesións a participación do alumnado é prioritaria. Proporcionaranse, a través do campus virtual, textos, bases de datos ou estatísticas relacionadas cos contidos teóricos para traballar fora da aula de xeito individual e despois presentar e debater nas sesións. Ademais, os contidos presentados nesta unidade didáctica formarán parte dun traballo de curso que abrangue toda a materia. Este traballo realizarase en grupos de 2-3 persoas e será exposto nas sesións interactivas. O tempo empregado nestas sesións estímase en 4,5 horas.
- Traballo autónomo: correspóndese co traballo fóra da aula necesario para preparar os materiais das sesións interactivas e para realizar o traballo de cursos. O tempo de traballo autónomo correspondente a esta unidade didáctica estímase en 10 horas.

## CONTIDOS BÁSICOS

---

### 1. O metabolismo socioeconómico

#### 1.1. O concepto de metabolismo

O concepto de metabolismo procede do campo da bioloxía. Refírese ao proceso de intercambio continuo de materiais e enerxía coa natureza que realizan os seres vivos. Os diferentes organismos obteñen da natureza os recursos que precisan para manter as súas funcións básicas, crecer e reproducirse. Este proceso implica a degradación dos materiais e a disipación da enerxía, finalizando coa deposición dos residuos xerados na natureza.

#### 1.2 O concepto de metabolismo socioeconómico

O metabolismo socioeconómico xorde como unha analogía entre o funcionamento dos procesos metabólicos propios dos seres vivos e os das sociedades humanas. Aínda que non se pode trasladar o concepto biolóxico de metabolismo de forma literal ao ámbito socioeconómico, esta analogía facilita a comprensión das relacións entre os seres humanos e a natureza. Marina Fischer-Kowalski é a grande impulsora do concepto e quen lle dá a súa forma actual (Fischer-Kowalski, 1997), aínda que o concepto xa tiña sido empregado por Marx e Engels no século XIX (Fischer-Kowalski, 1998).

As sociedades humanas obteñen recursos da natureza e empregan enerxía para transformalos en manufacturas e servizos, para depositar de novo na natureza os residuos xerados. Isto implica unha serie de fenómenos de apropiación, circulación, transformación, consumo e excreción que poden variar entre sociedades ou en función do tempo histórico, pero teñen sempre as mesmas características básicas.

### 1.3 Fluxos e fenómenos metabólicos

No metabolismo socioeconómico danse tres tipos de fluxos enerxéticos e materiais:

- Fluxos de entrada: enerxía e materiais que se extraen da natureza para a súa utilización.
- Fluxos interiores: transformacións realizadas sobre a enerxía e os materiais extraídos. Correspóndense cos fluxos atendidos normalmente pola economía convencional, aínda que só desde unha perspectiva monetaria.
- Fluxos de saída: residuos xerados polo aproveitamento da enerxía e dos materiais extraídos ou excedentes que son depositados novamente na natureza.

Os fluxos característicos do metabolismo socioeconómico pódense relacionar con cinco fenómenos diferentes CITA:

- Apropiación: recollida de materiais, enerxía ou servizos ambientais por parte das unidades de apropiación (individuos, familias, comunidades, empresas...).
- Transformación: modificacións sobre os recursos extraídos da natureza.
- Distribución: intercambios (mercantís e non mercantís) que se dan porque as unidades de apropiación non consomen todo o que producen ou non producen todo o que consomen.
- Consumo: participan todos os compoñentes da sociedade e varía social e historicamente.
- Excreción: retorno de materiais e enerxía á natureza, en forma de residuos, emisións, calor, etc. Parte destes materiais é asimilable e parte non, dependendo en gran medida dos procesos previos, e poden dar a novos procesos metabólicos.

## 2. Contabilidade de fluxos materiais e análise metabólica

### 2.1 Orixe da contabilidade de fluxos materiais

A contabilidade de fluxos materiais (CFM) xorde da necesidade de medir os fluxos enerxéticos e materiais da economía. Ten a súa orixe na análise de fluxos materiais (AFM), unha metodoloxía que fai referencia aos fluxos metabólicos e aos fenómenos de apropiación, circulación, transformación, consumo e excreción. A través da CFM obtense unha ampla visión das bases materiais das economías industriais, así como extraer diferentes indicadores metabólicos.

O concepto da AFM comeza a desenvolverse na década de 1970, pero é na década de 1990 cando se produce a maior expansión e cando se asentan as bases da CFM actual. Durante esta década, o Wuppertal Institut de Alemaña e o Institut für Soziale Ökologie (IFF) de Austria lideran a investigación neste campo, dando lugar a obras como *Resource Flows: the material basis of economies* (Adrienne, 1997) ou *Economy-wide material flow accounts and derived indicators. A methodological*



*guide* (Eurostat, 2001). A refinación dos métodos da CFM continúa ata hoxe, proporcionando bases de datos moi completas como a Global Material Flows Database do Programa Medioambiental de Nacións Unidas (UNEP, 2022).

## 2.2 O ciclo da Contabilidade de Fluxos Materiais

A AFM baséase en dúas ecuacións fundamentais (Fischer-Kowalski, 1997), a partir das que se pode extraer a CFM:

1. Suma dos *inputs* materiais e enerxéticos dun sistema = suma dos *outputs* + variacións no stock.
2. Metabolismo dun sistema = suma dos metabolismos dos seus subsistemas + transferencias internas.

Ademais, a CFM está composta de diferentes fluxos que poden relacionarse cos diferentes fenómenos do metabolismo e agruparse nas tres categorías de fluxos metabólicos:

Fluxos *input* ou de entrada: indican os requirimentos totais de materiais dunha economía.

- Extracción doméstica: recursos extraídos da natureza que son empregados nalgunha actividade económica.
- Extracción doméstica non utilizada (fluxos ocultos): recursos mobilizados na extracción doutros recursos pero que non chegan a formar parte de nalgunha actividade económica.
- Importacións: recursos extraídos noutra entidade territorial da analizada.

Fluxos indirectos: fluxos ocultos vinculados ás importacións.

- Requirimento total de materiais: inclúe todos os materiais extraídos, teñan ou non valoración económica. Suma dos fluxos anteriores.

Fluxos de interiores:

- *Input* Material Directo: materiais que chegan a ter unha valoración monetaria e son utilizados en actividades de produción e consumo. Suma da Extracción doméstica e das importacións.
- Variación de stock material: diferenza entre os materiais que entran na economía e os materiais que saen. Indica o aumento do stock de materiais incorporado a edificios, infraestruturas e bens duradeiros.

Fluxos de saída ou *output*: representan os materiais que son expulsados da economía despois dos procesos anteriores.

- Residuos e emisións: prodúcense como consecuencia do aproveitamento dos recursos previamente extraídos. Representan os materiais degradados que se depositan de novo na natureza por non ter máis utilidade económica.
- Extracción doméstica non utilizada (fluxos ocultos): recursos mobilizados na extracción doutros recursos pero que non chegan a formar parte de nin-

gunha actividade económica. Volven depositarse na natureza, aínda que non no seu estado orixinal.

- Exportacións: recursos extraídos na economía analizada que son metabolizados noutras economías.

Indicadores:

Da CFM pódense extraer diferentes indicadores, dos cales son especialmente interesantes:

- Consumo Material Interior: representa os empregados en actividades de consumo directo nunha economía que chegan a ter valoración monetaria (polo que non se ten en conta a extracción no utilizada). Resulta de sumar a extracción doméstica e as importacións, descontando as exportacións.
- Balance Comercial Físico: é un indicador da posición comercial en termos materiais dunha economía. Obtense como a diferenza entre as importacións e as exportacións.

### 3. Os fluxos de materiais na economía: límites dos materiais e desmaterialización absoluta ou relativa

Os recursos materiais e enerxéticos da natureza teñen unha dispoñibilidade limitada. Ademais, a súa utilización en procesos metabólicos leva a unha inevitable degradación, polo que as posibilidades de reutilización son sempre limitadas. Por tanto, o estudo do consumo de recursos materiais dunha economía é de gran interese para analizar a súa sustentabilidade. Para contextualizar a evolución do consumo material dunha economía, adoitan empregarse diferentes medidas, das cales a máis popular é o Produto Interior Bruto (PIB), malia as súas limitacións. Desta forma, compárase a evolución do consumo de recursos materiais coa evolución do PIB.

Tendo en conta que desde a I Revolución Industrial o consumo de recursos materiais a nivel mundial nunca parou de crecer, unha das prioridades no ámbito da sustentabilidade é lograr certo grao de...? En función de como se alcance esta situación, pode clasificarse de dúas formas:

- Desmaterialización relativa ou feble: é a situación na que o consumo de recursos materiais crece, pero en menor medida que o PIB. Por tanto, diminúe a cantidade de recursos consumida por unidade de PIB (ou intensidade material).
- Desmaterialización absoluta ou forte: implica que, manténdose un PIB crecente, a cantidade de recursos materiais consumidos diminúa. É a situación na que realmente existe unha mellora en termos de sustentabilidade, xa que no caso da desmaterialización relativa o consumo de recursos non se reduce.

## 4. Indicadores metabólicos: mochila ecolóxica e contabilización das pegadas

Nesta sección preséntanse algúns dos principais indicadores relacionados co metabolismo socioeconómico.

### 4.1 Mochila ecolóxica

A mochila ecolóxica (en inglés, *ecological rucksack*) é unha medida dos fluxos ocultos de recursos necesarios para a produción dun ben ou servizo, proposta por primeira vez por Friedrich Schmidt-Bleek, do Wuppertal Institute. Ten en conta todos os materiais empregados ao longo do ciclo de vida do produto analizado, excepto os que forman parte do propio produto. Proporciona un indicador dos materiais que, non formando parte do ben ou servizo, é necesaria mobilizar para produci-lo, utilízalo, reciclalo e desbotalo.

### 4.2 Pegada ecolóxica

A pegada ecolóxica mide a demanda de diferentes recursos proporcionados pola natureza que ten un individuo ou unha poboación concreta (unha cidade, un país...). Comparándoa coa biocapacidade do territorio analizado, isto é, a superficie bioloxicamente produtiva (cultivos, pastos, bosques...), pode analizarse se un territorio ten un déficit ecolóxico. Isto ocorre cando a pegada ecolóxica da poboación é superior á biocapacidade do territorio, estanse a utilizar máis recursos dos que a natureza pode rexenerar.

### 4.3 Pegada hídrica

A pegada hídrica dun individuo ou dunha determinada poboación é a cantidade total de auga requirida para producir os bens e servizos consumidos polo individuo ou a poboación analizada. Pódese diferenciar entre:

- Pegada hídrica interna: volume de auga empregado para producir os bens e servizos consumidos polos residentes dun territorio.
- Pegada hídrica externa: volume de auga empregado noutros países para producir os bens e servizos importados.

Tamén é posible diferenciar a auga consumida en función da súa procedencia:

- Pegada hídrica azul: consumo de auga procedente de ríos, lagos e acuíferos.
- Pegada hídrica verde: consumo de auga procedente de precipitacións.
- Pegada hídrica gris: volume de auga que se require para asimilar a carga de contaminantes.

#### **4.4 Pegada de carbono**

A pegada de carbono é o resultado da suma de todas as emisións de Gases de Efecto Invernadoiro (GEI). Considéranse tres niveis de cálculo:

1. Emisións directas por combustión.
2. Emisións indirectas asociadas ao consumo de electricidade.
3. Outras emisións asociadas á compra de materias primas ou de servizos de terceiros.

#### **4.5 Pegada material**

A pegada material indica a cantidade de recursos materiais que consome a poboación dun territorio, independentemente de onde se consuman estes recursos de forma efectiva. É unha medida que ten en conta a parte da extracción doméstica que se consome finalmente dentro do territorio onde se extraen os recursos, os recursos importados de forma directa (os recursos que forman parte dos bens e servizos importados) e os recursos necesarios para producir os bens e servizos que importados, aínda que non formen parte do ben final. Por tanto, proporciona información acerca da cantidade de recursos necesarios para satisfacer a demanda final dunha poboación determinada (descontando a extracción non utilizada).

### **ACTIVIDADES PROPOSTAS**

---

Para facilitar a asimilación dos contidos presentados nesta unidade didáctica, propónse a realización das seguintes actividades:

- Análise de bases de datos e resumos estatísticos que permite coñecer os principais fluxos metabólicos de diferentes países ou rexións.
- Debates arredor da interpretación de datos e da lectura de textos complementarios.
- Realización dun traballo en grupo no que se combine a recompilación de datos de diferentes fontes relacionadas co temario, a posterior análise e a interpretación no contexto dos contidos impartidos na unidade didáctica. Os traballos consistirán nun documento escrito e unha presentación na aula, co obxecto de favorecer o debate e a participación do alumnado.

### **AVALIACIÓN**

---

A avaliación desta unidade didáctica enmárcase dentro da avaliación do resto da materia, seguindo un sistema de avaliación continua. O peso dos contidos desta unidade didáctica sobre a avaliación total da materia é dun 20 %, quedando esa porcentaxe repartida da seguinte forma:

- a) 10 % en relación á participación nas clases e nos debates que se formulen polo profesorado sobre diferentes temas. Terase en conta a participación ao longo

das diferentes unidades didácticas da materia, incluíndo a presente. Valorarase a capacidade de facer aportacións ben fundamentadas nos contidos da materia, tendo en conta a utilización da terminoloxía da materia e a capacidade crítica.

b) 30 % en relación aos traballos obrigatorios (individuais ou en grupo) realizados encomendados polo profesorado e que poderán ser expostos en clase. Terase en conta a claridade e capacidade expositiva, o dominio da terminoloxía propia da materia. Os traballos están pensados para incorporar partes de todas as unidades didácticas en maior ou menor medida, polo que se avaliará de forma específica o relacionado con esta unidade didáctica. Proporcionarase ao alumnado unha rúbrica que recolla a avaliación tanto da parte escrita dos traballos (nos casos nos que exista) como da parte expositiva.

c) 60 % en relación ao resultado da proba final escrita en que se avaliará o coñecemento adquirido ao longo das clases e nos textos recomendados para cada tema. O exame contará con preguntas de todas as unidades didácticas, polo que se avaliarán os coñecementos adquiridos nesta unidade didáctica en concreto.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- ADRIANSE, A. (Ed.). (1997). *Resource flows: The material basis of industrial economies*. World Resources Institute.
- CARPINTERO REDONDO, Óscar (2005): *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Tegui (Lanzarote): Fundación César Manrique. Dispoñíbel en: <http://www.fcmanrique.org/recursos/publicacion/elmetabolismo.pdf>
- DOLDÁN GARCIA, X. R., & VILLASANTE LARRAMENDI, C. S. (2015). El metabolismo socioeconómico de Galicia: 1996-2010. *El metabolismo económico regional español*, 2015, ISBN 978-84-606-6564-9, pp. 621-690. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8466253>
- EUROSTAT (2001). Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide. Office for Official Publ. of the Europ. Communities.
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1997). Society's Metabolism: On the childhood and adolescence of a rising conceptual star. In M. Redclift & G. Woodgate (Eds.), *The International Handbook of Environmental Sociology* (pp. 119-137). Cheltenham: Edward Elgar.
- FISCHER-KOWALSKI, M. (1998). Society's Metabolism. The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 61-78.
- PASSET, René (1996): *Principios de bioeconomía*, Madrid: Fundación Argentaria-Visor. Dispoñíbel en: <http://www.fcmanrique.org/publicaciones/publicacionDetalle.php?idPublicacion=109>
- TOLEDO, Víctor M. (2013): «El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica» en *Relaciones*, 136, otoño, pp. 41-71.
- UNEP. (2022). Global Material Flows Database. <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database>



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas  
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA